Cahier de

conférences

Journée d'information scientifique sur l'interprétation agronomique des données pédologiques

Conseil des productions végétales du Québec

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Gouvernement du Québec

27 octobre 1987

Cahier de conférences

Journée d'information scientifique sur l'interprétation agronomique des données pédologiques

Editeurs

Michel C. Nolin, Agriculture Canada

Michel Melançon, Environnement Canada

Conseil des productions végétales du Québec

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Gouvernement du Québec

27 octobre 1987

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
3e trimestre 1987
ISBN-2-551-06818-5

TABLE DES MATIERES

Page

Allocution d'ouverture - Marton Tabi i

Section A : Etat des connaissances

Les données pédologiques et l'utilisation rationnelle des sols au Québec - Lauréan Tardif 1

L'interprétation agronomique des données pédologiques : définitions et concepts - Francine Chénard et Michel C. Nolin 22

Les principaux systèmes d'interprétation agronomique utilisés au Québec - Michel C. Nolin, Francine Chénard et Marc R. Laverdière 36

Un système d'interprétation de la valeur agronomique des sols organiques - Marcel P. Lévesque et Skhdev P. Mathur 50

L'évaluation des terres par l'estimation des rendements de cultures - Julian Dumanski, Johanne B. Boisvert et Constantin Onofrei 64

Section B : Besoins des utilisateurs

Point de vue des bureaux locaux et régionaux - Yvon Pesant 85

Point de vue du producteur - Réjean Lavallée 95

Point de vue du crédit agricole - Roch Côté 103

Point de vue de l'aménagiste du territoire - Maryse Vermette 110

DISCOURS D'OUVERTURE

présenté par
Dr Marton Tabi, directeur
Service de recherche en sols
MAPAQ

Mesdames et Messieurs,

Permettez-moi de vous souhaiter la plus cordiale bienvenue à l'occasion de cette journée d'information scientifique que nous allons passer ensemble - pédologues et utilisateurs des données pédologiques, c'est-à-dire, agronomes, ingénieurs, producteurs agricoles, urbanistes, géographes, en vue de faire plus ample connaissance d'une part, et de mieux saisir la portée des études pédologiques et les besoins des utilisateurs des données de cette science, d'autre part.

En jetant un coup d'oeil sur le programme, je suis tenté de donner un sous titre à cette rencontre: **DIALOGUE.**

En effet, j'ai l'impression que nous allons avoir des échanges fructueux souhaités depuis longtemps par les deux parties.

Fini donc l'ère des monologues des pédologues aussi bien québécois que du monde entier! Ils ont "compris eux, qui manient la pelle lorsqu'ils étudient les profils des sols, qu'ils ne peuvent pas rester indifférents, vis-à-vis les exigences des utilisateurs s'ils ne veulent pas être appelés des pelleteux de nuages! Le temps du pinaillage est révolu! Ils ne peuvent et ne doivent pas consacrer plus de temps qu'il faut à fignoler la taxonomie alors que les utilisateurs attendent d'eux un langage clair, compréhensif et utilisable!

Comme vous savez, leur rôle est éminemment important du point de vue scientifique, économique et social. En effet, en décrivant les propriétés physico-chimiques et en délimitant les aires des différents types de sols, ils aident à conserver et à utiliser de façon rationnelle notre milieu terrestre!

Mais leur rôle semble être compris par les utilisateurs aussi comme en témoignent les sujets des "conférenciers utilisateurs" et votre

présence ici.

Vous aussi, vous avez décidé d'être positifs en soulignant l'importance des études pédologiques utilisées par exemple lors de la préparation de la loi du zonage et des études d'impact. Vous n'hésitez plus à indiquer que les villes et villages ne peuvent pas se passer des rapports et des cartes pédologiques et des cartes thématiques qui en résultent lors de l'élaboration des plans d'aménagement du territoire.

En somme, vous avez décidé de regarder de plus près le contenu des rapports et de suivre les limites des séries de sols même au niveau de la ferme, parce que vous savez, Messieurs les producteurs, que ces travaux de recherche sont d'abord et avant tout réalisés pour vous!

C'est très réjouissant de constater que le courant passe! Je vous invite donc tous à garder cette attitude et n'oubliez pas durant cette journée: On est 6 millions! Il faut se parler!

Bonne et fructueuse
journée d'information

1987-10-08.

LES DONNEES PEDOLOGIQUES ET L'UTILISATION RATIONNELLE DES SOLS AU QUEBEC

Conférence

présentée par

Lauréan Tardif, M. Sc., agronome-pédologue

Chef, Division de pédologie
Service de recherche en sols
Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêcheries du Québec
2700 rue Einstein, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8

LES DONNEES PEDOLOGIQUES ET L'UTILISATION RATIONNELLE DES SOLS AU QUEBEC

Lauréan Tardif

L'utilisation rationnelle des sols ne peut se faire sans connaissance. A cette fin, l'étude des sols qui a commencé de façon systématique au Québec à la fin des années 30, se poursuit sans interruption depuis ce temps au plan de la classification des sols. De plus, l'ensemble du territoire agricole a été cartographié selon les possibilités d'utilisation agricole des sols.

En effet, dans le cadre du programme ARDA, les pédologues ont procédé, au cours des années 60, à l'interprétation des possibilités agricoles du territoire situé au sud du 49^{e} parallèle. Il s'agit ici d'un classement interprétatif des sols fondé sur leurs propriétés telles que décrites aux rapports pédologiques mais avant tout sur les limitations agricoles attribuables à la nature du terrain telle la pente, la pierrosité, la perméabilité, le drainage, etc. Cet inventaire, publié sur cartes à l'échelle du 250 000^{e}, fournit un aperçu des possibilités agricoles du Québec, sans pour autant permettre une connaissance approfondie de chaque type de sols regroupés dans l'une des sept classes du système interprétatif élaboré sur la base des critères retenus. Ce système interprétatif est différent du système de la classification pédogénétique. Ce dernier, beaucoup plus sélectif, a permis l'identification de quelque quatre cents types ou séries de sols décrits et cartographiés à travers le Québec. Les résultats de ces études sont publiés sous forme de rapports et de cartes pédologiques à l'échelle du 1:63 360 et du 1:50 000. C'est sous cette forme que sont disponibles ce qu'on est convenu d'appeler les données pédologiques de soixante comtés classifiés et cartographiés par les équipes pédologiques au Québec. (Tableau 1).

Logiquement, la connaissance de la ressource doit conduire à l'utilisation rationnelle des sols.

La première question qui se pose ici est de savoir qu'est-ce que l'utilisation rationnelle si non celle qui tient compte des propriétés des sols. En d'autres termes, de leurs possibilités agricoles, des facteurs limitatifs aux cultures et des risques de détérioration. Une bonne gestion des cultures commence par la gestion des sols en vue de la rentabilisation des productions.

On peut ici se demander si on fait une utilisation rationnelle des sols au Québec. Jetons donc un coup d'oeil sur la situation et sur l'agriculture qu'on y pratique.

- L'agriculture au Québec

Les sols et le climat sont des facteurs déterminant en agriculture et ce, peu importe les conditions économiques. Certes, la rentabilité en agriculture est fonction des rendements et du prix des produits mais quelque soient les prix, il y a certaines denrées que l'agriculture québécoise ne peut produire et tout particulièrement certaines régions du Québec. Par exemple, il n'est pas possible de cultiver le maïs-grain en Abitibi et au Lac Saint-Jean, pas plus qu'il est recommandable de faire des cultures sarclées sur les sols en pente.

L'agriculture québécoise a donc dû s'adapter aux conditions biophysique du milieu. Ceci ne veut pas dire qu'elle est imperméable aux conditions du marché. Faisons donc un tour d'horizon de ses caractéristiques et de son évolution au cours des dernières années.

Toujours caractérisée par l'industrie laitière, elle a tout de même connu certaines transformations depuis 20 ans. Traditionnellement mixte, fondée sur la culture et l'élevage, la ferme québécoise a eu tendance à se spécialiser en monoculture ou en élevage. Les fermes porcines et celles avicoles qu'on qualifie d'exploitation sans sol, se sont multipliées. Ainsi en est-il des cultures industrielles notamment des superficies en maïs-grain, en orge et en blé qui passent de 87 000 hectares en 1971 à 450 000 hectares en 1986. Soit un accroissement de plus de 500 pourcent.

Par contre, le nombre de bovins a tendance à diminuer, passant de 1 780 773 à 1 525 582, une baisse de 255 000. Et la superficie en pâturages, de 700 000 à 300 000 hectares. On a donc retiré les vaches des champs pour s'adonner à la monoculture et à l'élevage en réclusion pour nombre d'exploitations.

Relativement à l'ensemble du territoire couvrant 135 millions d'hectares, l'agriculture n'occupe que peu d'espace au Québec et ceci est dû aux conditions biophysiques sol-climat.

Les 41 448 fermes recencées en 1986 ne totalisent que 3 638 800 hectares, ou 2,8% du territoire, dont 2 137 391 hectares ou 62% sont améliorés. **(Tableau 2).**

De 1971 à 1986, on assiste à une diminution de l'ordre de 32% du nombre de fermes. Il en résulte une diminution de 18% à la superficie totale des fermes et à celle défrichée et de 56% de la superficie en pâturages. Cela ne se reflète toutefois pas sur la superficie cultivée qui se maintient aux environs de 1 750 000 hectares dont 57% est en foin. On abandonne progressivement l'avoine et les céréales mélangées au profit du blé, de l'orge et du maïs-grain qui connaissent une augmentation de 500%, passant de 87 230 hectares à 450 000 hectares, particulièrement dans la région climatique 2500 UTM identifiée à la partie des basses terres du Saint-Laurent s'étendant depuis les frontières de l'Ontario et des Etats-Unis jusqu'au Lac Saint-Pierre.**(Tableaux 3, 4, 5 et 6).**

Outre les régions climatiques, trois grandes régions physiographiques, ayant chacune un caractère particulier relevant de la nature des sols et de la topographie, influençent l'agriculture au plan des possibilités agricoles et des cultures adaptées.

Par exemple, les basses terres du Saint-Laurent se présentent sous la forme d'une plaine constituée de sols tantôt argileux, lourds, tantôt sableux, légers, exempts de pierres. Les principales limitations sont reliées au drainage et, quant aux sols légers, à un faible niveau de la fertilité et de la capacité de rétention. C'est dans cette région que l'agriculture est la plus intensive. En effet, on y retrouve plus de 60% des terres améliorées et constituées surtout de sols à bon potentiel agricole: 1 380 000 hectares de terres améliorées et 1 276 000 hectares de sols à bon potentiel comparativement à 660 000 hectares et 320 000 hectares de terres améliorées respectivement pour le plateau appalachien et le bouclier canadien incluant le plateau laurentidien, la plaine de l'Abitibi-Témiscamingue et celle du Saguenay-Lac-Saint-Jean. **(Tableau 7).**

En y regardant de plus près et en assumant que l'agriculture se pratique d'abord sur les terres à bon potentiel, soit celles de catégorie A comprenant les trois premières classes du système de l'inventaire, il est évident que certaines régions agricoles sont plus avantagées que d'autres au point de vue des possibilités agricoles des sols. La superficie des terres de cette catégorie représente 80% de celle en agriculture des régions 6, 7, 8, 10, 11 et 12. Par contre, pour les autres régions, l'agriculture s'y pratique majoritairement sur des sols de catégories B et C, de classes 4 et 5 selon l'inventaire.**(Tableaux 8 et 9)**.

Voilà grossièrement la situation quant à l'utilisation actuelle du territoire et à l'évolution de l'agriculture ces dernières années.

- Commentaires

On pourrait croire que la diminution des superficies en pâturages tient de l'abandon des sols de mauvaises qualités présentant peu de possibilités agricoles à cause de facteurs limitatifs tels la pente, la pierrosité associées à un bas niveau de fertilité. Ces terres seraient retournées à la forêt pendant que l'agriculture se réserverait les sols à bon potentiel présentant peu de limitations. C'est ce que suggère la comparaison entre la superficie des terres améliorée récencée au niveau des fermes et celle des sols à bon potentiel selon l'inventaire des terres réalisé dans le cadre du programme ARDA. En effet, les superficies concordent et s'établissent approximativement à 2 300 000 hectares en 1981. La réalité agricole ne respecte pas nécessairement cette mathématique.

D'abord, la monoculture qui a remplacé les prairies et les pâturages, ne se retrouve heureusement pas sur des terrains en pente qui seraient par le fait même livrés à une érosion hydrique sévère. Au contraire, les sols en pente sont, règle générale, du domaine de l'industrie laitière. On y retrouve des prairies et des pâturages. Force est alors de constater que l'industrie laitière a joué un grand rôle en conservation des sols au Québec par le maintien sous couverture végétale des sols en pente. C'est là une des mesures préconisées contre l'érosion, facteur de dégradation des sols.

Le transfert d'une agriculture mixte à la monoculture s'inscrit-il dans le sens de la conservation des sols ou n'est-il pas plutôt attribuable à une recherche de rentabilité considérant les débouchés et les prix offerts.

L'inventaire présentement en cours sur la conservation des sols nous permettra, du moins on l'espère, de déterminer les effets de la monoculture sur les sols et de recommander les mesures d'amélioration qui s'imposent le cas échéant en vue de l'utilisation rationnelle des sols.

- Les données brutes et leur interprétation agricole

Il est clair que les données brutes sont plutôt arides aux vulgarisateurs. Le chef du Service des grandes cultures André Auger déclarait, en 1955, que **"les rapports pédologiques ne sont pas de digestion facile pour le profane"**. Il va sans dire que les notions et les expressions utilisées en classification des sols ne sont pas d'usage courant dans le langage populaire. Ici comme ailleurs, il s'agit d'un jargon scientifique qui demande à être vulgarisé. Les données brutes doivent donc être interprétées pour une plus large diffusion.

L'interprétation se définit comme étant **l'action de donner une signification aux faits, un sens agricole aux données pédologiques.** Mais avant de procéder à l'interprétation des sols, il faut d'abord les connaître et on ne peut y parvenir que par étapes, d'une façon progressive. C'est ainsi que la science évolue, et les agronomes-pédologues se sont toujours intéressés à donner une signification agricole aux faits observés qu'il s'agisse du chimisme ou de la physique des sols. D'après le système de classification, les sols sont différenciés selon le mode d'origine, la nature des matériaux et l'état du drainage. La texture, la structure, la teneur en matière organique et le pH sont au nombre des éléments considérés qui influençent le développement du profil ou la morphologie des sols et par le fait même les possibilités agricoles.

Sous nos conditions climatiques, en sols acides et perméables, certains éléments ont tendance à être lessivés. Les éléments solubles dans l'eau sont entraînés en profondeur et fixés sous une forme non disponible à la plante. Les sols lourds par contre, sont plus lents à se ressuyer après les pluies et à se réchauffer au printemps. En position plane, ils sont naturellement mal drainés, et ils sont susceptibles d'érosion par l'eau en relief accidenté. Ils bénéficient d'un pouvoir

de rétention de l'eau et des éléments nutritifs plus élevé et ils ont de ce fait, une plus grande fertilité qui se traduit par une plus grande possibilité agricole ou une meilleure valeur intrinsèque.

Les indices de fertilité tirés des études pédologiques tels la texture, le pH, le pourcentage de matière organique, la capacité d'échange cationique et le pourcentage de saturation en bases permettent d'évaluer les sols et de les grouper en différentes catégories quant à leur valeur intrinsèque **(Tableau 10).**

Parmi les facteurs significatifs en interprétation agricole des sols, mentionnons la teneur en éléments nutritifs, le pH, la capacité d'échange cationique (C.E.C.), le pourcentage de saturation en bases, la capacité de rétention de l'eau révélée par la texture et le contenu en matière organique, le drainage, la pente ou le relief, la susceptibilité à l'érosion, la pierrosité, le risque d'inondations et, bien entendu, le climat i.e. la saison de végétation et les précipitations. Ce sont autant d'éléments ou facteurs qui permettent de donner un sens, une signification agricoles aux données pédologiques tirées des cartes et des rapports de sols d'une part, et des résultats d'expériences parcellaires en fertilité et en physique du sol d'autre part.

C'est volontairement que j'évite ici les termes propres au système de classification des sols pour m'en tenir à la signification des données, aux faits enregistrés suite aux études pédologiques. Je dirai tout simplement que la classification pédologique s'intéresse essentiellement aux faits laissant au classement interprétatif le soin de leur donner une signification pratique. Pour y arriver, on peut donc procéder de différentes façons. Tout dépend de la précision recherchée et des données disponibles.

On peut mettre davantage l'emphase sur les facteurs externes, l'état du terrain, tels la pente, la pierrosité, le drainage et classer les sols selon l'intensité des problèmes en agriculture hautement mécanisée ou bien, classer les sols selon leur valeur intrinsèque, leur niveau de fertilité révélé par le chimisme du sol et l'état de la végétation. Ceci conduit naturellement à des classements différents. Mais étant donné l'importance de la fertilité des sols en agriculture et la nature des problèmes dûs aux facteurs externes, les deux aspects doivent être considérés pour une juste évaluation des possibilités agricoles des

sols. Ceci semble une vérité de La Palice au même titre que de dire qu'un sol adapté à une culture particulière n'est pas nécessairement le meilleur pour toute une gamme de cultures. Par exemple, les sables à tabac et à pommes de terre ne sont pas recommandés pour les prairies et pâturages. De même, les sols en pente ayant un haut niveau de fertilité tel le loam Pontiac n'est pas recommandé pour les cultures sarclées.

De plus, il ne faut pas confondre une carte des sols selon leurs possibilités agricoles à une carte d'aptitude des sols aux cultures ni à une carte thématique telle une carte des sols mal drainés, des sols en pente, susceptibles à l'érosion, ou autres traitant d'un thème en particulier.

L'aptitude des sols aux cultures est par sa nature plus spécifique que le classement des sols selon leurs possibilités agricoles, en ce sens que certains sols peuvent très bien se prêter à une culture bien qu'ils ne présentent pas de très grandes possibilités agricoles, c'est-à-dire qu'ils ne conviennent pas à toute une gamme de cultures. Le niveau de la fertilité peut temporairement être amélioré par l'apport de fertilisants sur les cultures sarclées, sans par ailleurs qu'on puisse modifier les pentes en terrain accidenté. Il s'en suit que certains sols déclassés selon leurs possibilités d'utilisation conviennent très bien à certaines cultures sarclées. C'est le cas en particulier des sables à tabac de la région de Joliette à condition de maintenir le taux de matière organique et de prendre des mesures contre l'érosion éolienne Ils sont généralement de classe 4F et se distinguent des 4T, en pente.

Il faut donc savoir composer avec la nature sinon elle se charge de nous rappeler nos erreurs. Autrement dit, l'agriculture a ses exigences qu'il faut respecter. Bien sûr, le climat compte pour beaucoup mais la connaissance et la disponibilité des sols sont essentielles en agriculture tout autant que l'infrastructure agricole.

- La Loi sur la protection du territoire agricole

Ceci m'amène à dire un mot de la Loi sur la protection du territoire agricole que je considère comme une mesure importante en vue de l'utilisation rationnelle des sols et de la sauvegarde du patrimoine agricole. Laissée à elle-même, l'agriculture était en perte de vitesse et se retrouvait en position non concurrentielle compte tenu des lois de la libre concurrence. Le territoire agricole était de plus en plus

envahi par des activités incompatibles avec l'agriculture. Les terres étaient détournées de leur vocation agricole sans considération des impacts sur l'agriculture. On voyait des développements résidentiels, commerciaux ou industriels s'implanter un peu n'importe où, de façon anarchique. Il en était de même du développement des réseaux routiers et des corridors de transport d'énergie. Tout ceci conduisait à une destructuration du milieu agricole et décourageait les investissements en agriculture. Peut-on parler d'utilisation rationnelle dans de telles conditions?

La Loi a eu pour effet de stopper le développement anarchique, d'encourager la mise en culture des terres abandonnées, à bon potentiel agricole, et de rééquilibrer le marché des terres.

Une enquête menée dans 18 municipalités en périphérie de Montréal, par Jean-Claude Thibodeau et son équipe de l'INRS, révèle une reprise de l'agriculture. De 1977 à 1984, la superficie des terres en friches passait de 11 440 à 8 160 hectares et la moyenne d'âge des producteurs agricoles a tendance à diminuer.

Selon moi, il s'agit là d'une des plus grandes mesures agricoles que le Québec s'est donné et à laquelle la classe agricole a bien répondu. Elle a eu en outre comme effet de civiliser les relations entre l'agriculture et les autres secteurs d'activité. A preuve, la construction du gazoduc Montréal-Québec qui emprunte le corridor de l'autoroute 40, et les tracés de lignes de transport d'énergie de l'Hydro-Québec, visant à minimiser les impacts sur l'agriculture. On a donc un mécanisme de conservation des sols! Pas du tout!

La Loi sur la protection du territoire agricole s'apparente plus à une mesure d'aménagement du territoire qu'à une mesure de conservation des sols. On ne doit pas confondre protection et conservation. Une fois protégé, le sol est ici laissé à lui-même.

La conservation des sols est d'abord la responsabilité des producteurs agricole et elle ne peut être assurée que par des pratiques culturales appropriées et une saine gestion des sols auxquelles la protection du territoire est complètement étrangère. Il n'est pas tout de protéger le territoire pour fins agricoles, encore faut-il l'utiliser selon les règles de l'art et de la science.

- La mise en valeur

La mise en valeur des terres est la pierre angulaire de l'utilisation rationnelle. Il ressort des données pédologiques que plus de un million d'hectares bénéficierait d'une amélioration du drainage. Dans le cadre du programme sol-plus, des centaines de milliers d'hectares furent drainés souterrainement. De 1966 à 1980, 282 300 hectares furent drainés dont 167 300 pour la période 1977-1980 seulement.

On constate qu'avec 165 000 hectares de sols drainés souterrainement, les trois régions agricoles, 6, 7 et 10, situées dans la zone climatique 2500 UTM sont celles qui ont le plus bénéficié du drainage souterrain. La mise en valeur des sols secondée par le programme d'implantation de centres de séchage des grains et la protection du territoire agricole a favorisée la pratique de la monoculture qui a connu un accroissement considérable comme nous l'avons mentionné précédemment.

- Conclusion

On s'est longtemps questionné sur la pertinence des études pédologiques jusqu'au jour où on a pris conscience de la nécessité de l'utilisation rationnelle des sols et du territoire. On se tourne alors du côté des études pédologiques pour trouver réponse à toutes sortes de questions tant dans le domaine de l'agriculture que de l'aménagement du territoire où interviennent plusieurs organismes et ministères. Les données pédologiques sont devenues à la mode et on exige davantage du pédologue. Outre le ministère de l'Agriculture, le ministère des Transports (autrefois la Voirie) a toujours été un gros utilisateur des cartes de sols. Parmi les principaux intervenants en aménagement du territoire, qui de vous n'a pas entendu parlé du bureau d'aménagement de l'Est du Québec (BAEQ). A cette époque, nous avons élaboré un système de classement des sols selon leurs possibilités d'utilisation agricole connu comme étant le système MDT (Mailloux, Dubé, Tardif), utilisé pour l'étude des sols du Bas Saint-laurent et de la Gaspésie.

Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec est certes le principal intervenant en utilisation des sols, mais il ne faut pas ignorer le rôle des ministères des Affaires municipales, de l'Environnement, des Transports, d'Energie et Ressources et celui non moins déterminant de la Commission de protection du territoire agricole en aménagement du territoire car, une fois les terres

détournées de leur vocation agricole au profit de d'autres activités, on atteint souvent un point de non retour, et on ne parle plus d'utilisation rationnelle des sols agricoles peu importe les données pédologiques.

REFERENCES

Anonyme. Recensement du Canada 1981.

Lajoie, P. G. 1975. Les terres agricoles du Québec méridional. Agriculture Canada, Publ. 1556.

Labrecque, J. Drainage souterrain 1976-1979. Service de l'analyse et du développement des ressources agricoles. MAPAQ. Juin 1980.

Richer, R. 1977. Etude de potentiel des sols et de la concentration des productions agricoles au Québec. Agriculture Vo. 34, no 2:8-12.

Thibodeau, J. C., M. Gaudreau, J. Bergeron. 1986. Le zonage agricole, un bilan positif. Les effets de la Loi 90 dans la région Sud de Montréal. INRS-Urbanisation 3465, rue Durocher, Montréal, H2X 2C6. 192 p.

Tableau 1: Classification & cartographie des sols au Québec

Année	Comtés publiés	Superficie en millions Hectares	Nbre de comtés	Forme des publications	Échelle de la carte
1935	0	0			
1955	25	4,0	10	cartes avec notices explicatives	1: 63 360
1986	60	8,5	4	rapports et cartes	1: 126 720
			38	"	1: 63 360
			8	"	1: 50 000

Intervenants:

— Pédologues, Service de recherche en sols, MAPA.
— Pédologues, Agriculture Canada

Tableau 2: Importance relative de l'agriculture.

Situation au Québec en 1986	Hectares	%
Superficie du territoire	135 780 889	100
Superficie des fermes	3 638 800	2,8
Superficie améliorée	2 137 391	60 ($\frac{\text{améliorée}}{\text{fermes}}$)

Nombre de fermes: 41 448

Source: Recensement du Canada 1986

Tableau 3: Évolution de l'agriculture québécoise

	1971	1981	1986	diminution 71 - 86	
				unités	%
Nbre de fermes	61 257	48 144	41 448	19 809	32
Sup. des fermes	4 372 920	3 779 169	3 638 800	734 120	17
Sup. défrichée	2 611 330	2 360 339	2 137 391	473 939	18
Sup. cultivée	1 756 000	1 756 038	1 744 395	11 605	0,7
Pâturages	693 500	443 560	301 132	392 368	56,5

Superficie en hectares
Source: Recensement du Canada, Agriculture Québec

Tableau 4: Évolution des superficies en culture au Québec

Cultures	1971	1981	1986	≠
Foin	1 092 131	965 455	994 718	=
Avoine	281 800	150 100	84 221	−
Avoine fourragère	72 680	59 100	33 347	−
Blé	15 830	40 900	53 574	+
Orge	15 400	105 960	161 523	+
Céréales mélangées	49 960	50 920	30 511	−
Maïs-grain	56 000	165 500	234 359	+
Maïs-fourrager	52 949	84 391	61 251	+
Soya	499	1 439	4 395	+
Légumes	32 700	32 600	32 804	=
Pomme de terre	19 237	17 172	17 269	
Tabac	3 989	3 568	3 413	

Superficie en hectares
Source: Recensement du Canada

Tableau 5: Évolution des grains au Québec, 1971 - 1986

Culture	1971	1981	1986
Avoine	281 800	150 100	84 221
Céréales mélangées	49 960	50 920	30 511
Blé	15 830	40 900	53 574
Orge	15 400	105 960	161 523
Maïs-grain	56 000	165 500	234 359
Soya	499	1 439	4 395
Superficie en hectares			
Blé-orge Mais-graïn	*87 230*	*450 000*	*500 %* ↗

Tabl. 6: Superficie en agriculture par région climatique

Degrés-jours supérieurs à 42°F	UTM	Hectares
> 3250	> 2500	820 000
3250 - 3000	2500 - 2300	520 000
3000 - 2500	2300 - 1900	490 000
2500 - 2000	< 1900	670 000
< 2000		Nil

Tableau 7: Répartition par région physiographique

Régions	Catégories de sols[1]		Terres améliorées[2]
	A	B	(en hectares)
Basses terres du Saint-Laurent	1 276 000	996 000	1 380 000
Plateau Appalachien	647 500	971 000	660 000
Plateau Laurentidien	80 000	40 000	
Saguenay - Lac St-Jean	170 000	112 500	320 000
Abitibi - Témiscamingue	107 700	475 900	

Sources: 1. Lajoie, P. G. Les terres agricoles du Québec méridional Agriculture Canada. Publ. 1556. 1975
2. Recensement du Canada, 1981

Tableau 8: Sols de la catégorie A en agriculture par région agricole

Région agricoles	Catégorie A (hectares)	%	Superficies en agriculture (hectares)
6. Saint - Hyacinthe	251 600	76,7	328 000
7. Chateauguay	215 600	88,2	248 900
8. Buckingham	149 640	75,1	193 800
10.L'Assomption	163 280	82,8	197 200
11. Mauricie	75 900	72,2	105 000
	856 020	79,9	1 072 900

Source: Agriculture, septembre 1977, no 34, vol. 2, p. 12

Tableau 9: Pourcentage des catégories de sols en agriculture par région.

Régions agricoles	%	Catégories	Problèmes
12. Saguenay - Lac-Saint-Jean	81	A	
4. Nicolet	50	A	
	50	B	Fertilité
5. Sherbrooke	31,8	A	
	68,2	B-C	Pente-pierrosité
3. Beauce	21,5	A	
	78,5	B-C	Pente-pierrosité
2. Québec	58,3	A	
	41,7	B-C	Pente-pierrosité
1. Bas St-Laurent Gaspésie	58,2	A	
	41,8	B-C	Pente- pierrosité

Source: Agriculture, septembre 1977, 34 (2) : 12

Tableau 10: Possibilités agricoles des sols selon l'inventaire ARDA

	Hectares
Superficie inventoriée (sud du 49e parallèle)	**32 595 000**
Catégorie A (classes 1, 2, 3)	2 377 000
Catégorie B (classe 4)	2 820 000
Catégorie C - D (classes 5, 7)	23 490 000
Autres: organiques, urbains	3 908 000

Source: Lajoie, P.G. Les terres agricoles du Québec méridional Agriculture Canada 1975. Publ. 1556

Tableau 11: Superficie des terres.

	Hectares	
TERRES AMÉLIORÉES	2 360 339[1]	2 545 000[2]
— Catégorie A	2 080 000[3]	1 600 000
— Catégorie B	280 000	744 300
— Catégorie C - D	négligable	201 540

Sources: 1. Recensement du Canada 1981
2. Service des études économiques, MAPA
3. Lajoie, P. G. Les terres agricoles du Québec méridional

Tableau 12: Indices de fertilité tirés des rapports pédologiques

Sols	Texture	pH	% MO	CEC	% SAT
Saint-Bernard	Loam argileux caillouteux	7,5	5,8	25,9	100
Melbourne	Loam sableux	7,0	4,5	16,4	100
Sainte-Rosalie	Argile	7,2	5,8	18,4	81
	Loam	6,9	5,0	17,9	92
Saint-Jude	Sable loameux	5,4	4,7	8,8	9
Sainte-Sophie	Sable loameux	5,4	2,0	7,7	15

Facteurs limitatifs

Teneur en éléments nutritifs, pH, CEC, saturation en bases.
Capacité de rétention: texture, % mat. org.
Drainage
Structure
Pente, relief, topographie
Susceptibilité à l'érosion
Pierrosité
Inondation
Climat, température - précipitation

Indices de fertilité des sols

Teneur en éléments nutritifs et capacité de rétention

— **Texture: % sable, limon, argile**
— **Matière organique + structure**
— **NPK**
— **pH**
— **Capacité d'échange cationique: Ca, Mg, K, Na, H**
— **Saturation en bases**

Drainage souterrain

Années	Hectares	
1966 - 1969	19 470	
69 - 70	5 750	
70 - 71	7 540	
71 - 72	10 963	115 136
72 - 73	12 860	
73 - 74	20 413	
74 - 75	16 000	
75 - 76	22 140	
76 - 77	31 500	
77 - 78	37 306	167 264
78 - 79	48 150	
79 - 80	50 308	
	Total:	282 400

Régions agricoles

6	73 786	
7	68 231	
10	22 953	
	Total	164 970

Source: Service de l'analyse et du développement des ressources agricoles, MAPA

ÉTUDES PÉDOLOGIQUES PUBLIÉES, PAR COMTÉ OU GROUPE DE COMTÉS.

ANNÉE	COMTÉS	AUTEURS	ÉCHELLE	PUBLICATION
1942	Saint-Jean	A. Thériault, E. Pageau, A. Mailloux	1:63.360	Carte avec notices explicatives
1942	Chambly	R. Baril, A. Mailloux	1:63.360	" " "
1942	Rouville	L. Choinière, E. Pageau, A. Mailloux	1:63.360	" " "
1942	Verchères	A. Thériault, L. Laplante, A. Mailloux, E. Pageau	1:63.360	" " "
1942	Saint-Hyacinthe	R. Baril, A. Mailloux	1:63.360	" " "
1942	Richelieu	L. Laplante, A. Alarie, A. Mailloux	1:63.360	" " "
1943	Laprairie	A. Thériault, G. Godbout	1:63.360	" " "
1943	Napierville	L. Laplante, A. Alarie	1:63.360	" " "
1943	uerville	L. Choinière, E. Pageau	1:63.360	" " "
1943	L'Assomption	R. Baril, A. Mailloux, L. Choinière, P. Stobbe, B. Cann	1:63.360	" " "
1942	Stanstead-Sherbrooke-Compton-Richmond	B. Cann, P. Lajoie	1:126.720	Carte(s) et rapport pédologique
1948	Nicolet	L. Choinière, L. Laplante	1:63.360	" " "
1948	Shefford-Brome-Missisquoi	B. Cann, P. Lajoie, P. Stobbe	1:63.360	" " "
1950	Chateauguay	R. Baril, A. Mailloux	1:63.360	" " "
1950	Soulanges-Vaudreuil	P. Lajoie, P. Stobbe	1:63.360	" " "
1954	Yamaska	L. Laplante, L. Choinière	1:63.360	" " "
1954	Huntingdon-Beauharnois	A. Mailloux, G. Godbout	1:63.360	" " "
1954	Île de Montréal, Île Jésus, Île Bizard	P. Lajoie, R. Baril	1:63.360	" " "
1957	Argenteuil-Deux-Montagnes-Terrebonne	P. Lajoie	1:63.360	" " "
1957	Berthier	G. Godbout	1:63.360	" " "
1957	Lotbinière	R. Baril, B. Rochefort	1:63.360	" " "
1959	Bagot	L. Laplante	1:63.360	" " "
1960	Drummond	L. Choinière	1:63.360	" " "
1960	Joliette	E. Pageau	1:63.360	" " "
1961	Maskinongé	G. Godbout	1:63.360	" " "
1962	Lévis	L. Laplante	1:63.360	" " "
1965	Gatineau-Pontiac	P. Lajoie	1:63.360	" " "
1965	Région du Lac Saint-Jean	R. Raymond, A. Mailloux, A. Dubé	1:50.000	" " "
1965	Kamouraska	R. Baril, B. Rochefort	1:63.360	" " "
1965	L'Assomption-Montcalm	P. Lajoie	1:63.360	" " "
1966	Bellechasse-Montmagny	R. Marcoux	1:63.360	" " "
1967	Îles-de-la-Madeleine	L. Tardif	1:50.000	" " "
1967	Hull-Labelle-Papineau	P. Lajoie	1:63.360	" " "
1967	Trois-Rivières - Saint-Maurice	E. Pageau	1:63.360	" " "
1967	Champlain - Laviolette	G. Godbout	1:63.360	" " "
1971	Région de Chicoutimi	R. Raymond	1:50.000	" " "
1975	Dorchester	E. Pageau	1:50.000	" " "
1976	Portneuf	R. Raymond, G. Laflamme, G. Godbout	1:50.000	" " "
1980	L'Islet	R. Baril, B. Rochefort	1:63.360	" " "
1980	Rivière-du-Loup	R. Baril, B. Rochefort	1:63.360	" " "
1981	Témiscouata	B. Rochefort	1:50.000	" " "
1981	Îles d'Orléans, aux Coudres et aux Grues	R. Marcoux	1:20.000-1:25.000	" " "
1982	Charlevoix	D. Carrier	1:50.000	" " "
1984	Arthabaska	M. Rompré, G. Laflamme, L. Ouellet, D. Carrier, J.C. Dubé, F. Pagé	1:50.000	" " "

ÉTUDES PÉDOLOGIQUES (SUITE)

LEVÉS PÉDOLOGIQUES COMPLÉTÉS, RAPPORTS ET CARTES EN PRÉPARATION

Mégantic	M. Rompré, G. Lallamme, L. Ouellet, D. Carrier	1:50 000	Carte(s) et rapport pédologique		
Richelieu	Équipe pédologique fédérale	1:20 000	"	"	"
Saint-Hyacinthe	Équipe pédologique fédérale	1:20 000	"	"	"
Verchères	Équipe pédologique fédérale	1:20 000	"	"	"

LEVÉS PÉDOLOGIQUES À TERMINER

Beauce	M. Rompré, G. Lallamme, L. Ouellet, D. Carrier	1:50 000	"	"	"
Frontenac	J.C. Dubé	1:50 000	"	"	"
Abitibi-Témiscamingue	Équipe pédologique provinciale				
Chambly	Équipe pédologique fédérale	1:20 000	"	"	"
Rouville	Équipe pédologique fédérale	1:20 000	"	"	"

RAPPORTS ET CARTES PÉDOLOGIQUES ÉPUISÉS

Bagot
Huntingdon-Beauharnois
Berthier
Shefford-Brome-Missisquoi
Stanstead-Sherbrooke-Compton-Richmond
Drummond
Joliette
Nicolet

DISTRIBUTION:

M.A.P.A.Q.
Centre de documentation
2000 chemin Ste-Foy,
1e étage,
Tél: 643-2673

L'INTERPRETATION AGRONOMIQUE DES DONNEES PEDOLOGIQUES: DEFINITIONS ET CONCEPTS

Conférence

préparée par

Francine Chénard, agronome-pédologue

Energie, Mines et Ressources du Québec
Complexe scientifique
2700, rue Einstein
Sainte-Foy G1P 3W8

et

Michel C. Nolin, agronome-pédologue

Equipe pédologique du Québec
Agriculture Canada
Local C 1.208, Complexe scientifique
2700, rue Einstein
Sainte-Foy G1P 3W8

INTRODUCTION

Depuis quelques années, le problème de conservation des sols a pris de plus en plus d'importance. La pression exercée sur les sols à haut potentiel est devenue très forte, particulièrement dans les zones où la densité de peuplement est élevée. En Amérique du Nord, dès le début du 20ième siècle, les effets de la mauvaise exploitation des sols se sont fait sentir dans la région du Mid-West américain, où les déficits hydriques sont fréquents. Les sols cultivés, laissés en jachère sans couvert végétal, s'envolaient littéralement au vent. C'est pour cette raison que, dans les années 30, un programme de contrôle de l'érosion fut mis sur pied par le Ministère de l'Agriculture des Etats-Unis. On développa, dans le cadre de ce programme, un système de classement des possibilités d'utilisation agricole des sols. Les Canadiens emboîtèrent le pas peu de temps après. Leur problème était moins crucial, mais ils désiraient procéder à un inventaire global de la ressource-sol afin de mettre en valeur l'ensemble du territoire canadien en respectant le potentiel de chaque région. Cet inventaire a soulevé le besoin d'informations tant sur la nature et la distribution des sols que sur les autres ressources afin d'en arriver à une interprétation fiable des diverses possibilités d'utilisation des terres.

De tout temps, l'homme a toujours voulu mieux connaître les éléments qui l'entouraient, y compris le sol dont il voulait percer les secrets afin de mieux se nourrir et se vêtir (Baril 1986). De nombreux systèmes d'interprétation ont été proposés, les uns mettant l'accent sur les qualités ou les limitations du sol, d'autres cherchant à évaluer la productivité des sols. L'objectif de cet exposé est de présenter une classification et une explication succinte des principaux systèmes d'interprétation des données pédologiques pour l'agriculture et de définir certains termes particuliers utilisés dans ce domaine.

1. TERMINOLOGIE

1.1 LES NOTIONS DE "SOL" ET DE "TERRE"

Les notions de "sol" et de "terre" sont à la base de la plupart des systèmes d'interprétation. Brinkman et Smith (1963), cités par Bourbeau (1979) définissent ainsi la "terre":

> "Une étendue de terre est une superficie déterminée de la surface terrestre; ses caractéristiques comprennent tous les éléments de la biosphère raisonnablement stables ou à cycles prévisibles situés verticalement au-dessus et au-dessous de cette aire y inclus les propriétés de l'atmosphère, du sol et des matériaux géologiques sous-jacents, de l'hydrologie, de la population végétale et animale. Les résultats de l'activité humaine antérieure et actuelle, dans la mesure où ceux-ci exercent une influence significative sur les utilisations présentes et futures de la terre par l'homme, sont aussi tenus en considération."

La notion de "terre" n'est donc pas synonyme de "sol". Le sol n'est qu'un des facteurs environnementaux influençant la nature et l'utilité des terres. C'est un corps tri-dimensionnel occupant la partie supérieure de la croûte terrestre et résultant de l'interaction entre le climat, les organismes vivants, la roche-mère et le temps. Comme le concept de "terre" a une connotation de surface, l'aptitude d'une parcelle de terre pour une utilisation quelconque implique aussi sa forme, sa taille et sa localisation.

1.2 QUALITES ET LIMITATIONS DES TERRES

Le terme "qualités des terres" (land qualities) représente les exigences (attributs complexes) que doit rencontrer une terre pour différents types d'utilisation. Elles sont définies par un ensemble de descripteurs individuels le plus souvent corrélés entre eux (FAO 1976). La productivité, la fertilité, l'érodibilité et le drainage des sols sont des exemples de qualités de la terre (Kellogg 1961). Ainsi, la fertilité du sol peut être déduite à partir d'un ensemble de descripteurs chimiques de la couche de surface et du sous-sol (pH, contenu en matière organique et en bases échangeables, CEC, etc.). D'autre part, les limitations sont les caractéristiques de la terre qui présentent un effet nuisible sur les possibilités d'utilisation des terres. On distingue les limitations permanentes qui ne peuvent pas être changées facilement, du moins par des améliorations mineures, par exemple la pente, la profondeur du sol, le climat, les risques d'inondation, etc., et les limitations temporaires qui peuvent être annulées ou restreintes par les techniques d'aménagement usuelles, par exemple le contenu en élément nutritif, la pierrosité de surface, le mauvais drainage, etc. (Dent et Young 1981).

1.3 LA PRODUCTIVITE DU SOL

Kellogg (1961) définit la "productivité du sol" comme:

> "cette qualité du sol qui résume son potentiel à produire une plante spécifique ou une séquence de plantes au moyen d'un ensemble précis de pratiques culturales. Cette mesure tient habituellement compte des intrants et des extrants".

Ainsi, la productivité du sol est fréquemment mesurée en recueillant des données de rendement pour les espèces les plus communément cultivées, ou encore mieux, en calculant les profits associés à telle et telle culture.

1.4 EVALUATION DIRECTE ET INDIRECTE

En évaluation des terres, on peut procéder directement (déduction) ou indirectement (induction) (Huddleston 1984). L'évaluation directe consiste à effectuer des essais et observer les résultats. L'évaluation directe est généralement de valeur limitée à moins que l'évaluateur ait la ressource de recueillir une grande quantité d'information. En effet, les résultats de ce type d'évaluation sont la plupart du temps affectés par des facteurs autres que le sol (climat, aménagement,etc.), ce qui les rend très souvent peu

reliés à la productivité inhérente des sols (McRae et Burnham 1981). La plupart des systèmes d'évaluation sont donc indirects. Ils assument que certains descripteurs du sol ou du site influencent le succès d'une utilisation particulière et ce d'une façon raisonnablement prévisible.

2. METHODE DIRECTE: EVALUATION DE LA PRODUCTIVITE DES SOLS PAR LA MESURE DES RENDEMENTS

La cueillette et le traitement des données de rendement constituent la méthode la plus directe d'évaluation des terres. Il existe plusieurs sources d'information sur les rendements ainsi que plusieurs façons de présenter et d'extrapoler les résultats. Chacune a ses avantages et ses limitations.

2.1 SOURCES DE DONNEES DE RENDEMENT

Les données expérimentales ont l'avantage de contrôler un assez grand nombre de paramètres pouvant influencer les rendements. Les expériences en pot sont de peu de valeur pour évaluer la productivité des sols étant donné la nature artificielle du milieu et le fait qu'ils ne tiennent souvent compte que de la couche de surface. Les parcelles établies sur les fermes et les stations expérimentales permettent de maintenir des essais à long terme par rapport à celles établies sur des fermes privées dont la pérennité dépend grandement de la coopération du fermier. On évalue à cinq ans le temps minimum nécessaire à la prise en compte des variations climatiques en milieu humide, l'optimum étant fixé à dix ans, et à 50 le nombre minimum d'observations requis pour caractériser la productivité d'un type de sol (Avery 1962). Une étude détaillée des sols composant une station de recherche est un prérequis essentiel à l'établissement d'un dispositif expérimental précis et à la formulation d'interprétation valide. Les parcelles devraient être choisies et distribuées de façon à être représentatives des unités cartographiques les plus importantes de la région. Sur ce point, les travaux d'amélioration souvent réalisés sur les fermes expérimentales modifient tellement la nature des sols qu'ils deviennent non représentatifs des sols de la région (sols anthropiques). Idéalement, des parcelles repères (Bench-mark plots) devraient être sélectionnées.

Les données recueillies chez les producteurs présentent un avantage à ce point de vue, car habituellement la nature originelle du sol est assez bien conservée. Cependant, la diversité des façons culturales, des variétés sélectionnées, des dates d'opération, des précédents culturaux, etc., rendent l'analyse des résultats complexe. L'enregistrement de ces divers paramètres (co-variables) ou l'utilisation de "niveau de gestion" (bas, moyen, élevé, etc.), jumelé à une plus grande quantité de données peut amoindrir cette contrainte. Etant donné la nature subjective des questionnaires d'enquête, il est préférable d'utiliser l'échantillonnage statistique pour atteindre une certaine fiabilité dans les interprétations. Les essais séquentiels (sequential testing) qui consistent à mesurer les rendements des cultures sur plusieurs types de sol présents sur une ferme donnée et distribués le long d'une séquence (caténa, toposéquence, hydroséquence, etc.), fournissent des données intéressantes du point de vue de l'interprétation agronomique. En

effet, les descripteurs du climat et de l'aménagement, difficiles à quantifier entre les champs différents sont habituellement constants à l'intérieur d'un champ donné. Ainsi, l'effet du sol sur le rendement des cultures est directement quantifiable (Olson 1981a,b).

Les autres sources de données présentent aussi certains biais. Les concours régionaux de production (maïs, orge, luzerne, etc.), les parcelles de démonstration des compagnies de semence certifiée, d'engrais chimiques, etc. conduisent souvent à une surestimation des rendements tandis que ceux issus de l'assurance-récolte sont fréquemment sous-estimés. L'utilisation de plusieurs sources de données doit tenir compte de ces différents biais.

2.2 PRESENTATION DES DONNEES DE RENDEMENT

Les données de rendement peuvent être présentées en valeur absolue (kg/ha, etc.) ou en valeur relative sous forme d'indice. Comme les rendements tendent à augmenter avec les années suite aux innovations technologiques, la seconde façon est préférable car elle présente alors une valeur plus permanente. Aux Etats-Unis (Ableiter 1937), l'indice de productivité des cultures était, au début, basé sur le rendement standard obtenu sans amendement sur le meilleur sol de la région utilisé pour une culture donnée (indice = 100). Ces indices de la productivité inhérente des sols furent bientôt remplacés par des indices de la productivité potentielle. Un indice de productivité général peut être déduit pour l'ensemble des cultures présentant les mêmes exigences par pondération des indices de productivité de chaque culture selon leur étendue (Odell et Oschwald 1970).

2.3 EXTRAPOLATION DES RESULTATS

Les données de rendement sont habituellement reliées à de petites superficies ce qui limite la portée de l'extrapolation qui en découle. Cependant, les rendements des cultures obtenus de quelques sites peuvent être utilisés pour dériver des modèles mathématiques (Régression multiple) reliant les rendements aux facteurs environnementaux et permettant ainsi, si le modèle s'avère bon, une certaine extrapolation des résultats obtenus à une plus grande surface. D'autre part, si les sols d'une région ont été préalablement groupés selon la similarité des descripteurs morphologiques et analytiques, de façon intuitive ou numérique, il est aussi possible de procéder, par voie inductive, à l'extrapolation des rendements de sol-type au groupe dont ils font partie (transfert de technologie). Ces deux formes d'extrapolation constituent alors des méthodes d'évaluation indirecte.

2.4 LES INDICES DE POTENTIEL DES SOLS (SPI)

Les pédologues américains utilisent depuis quelques années un indice tenant compte à la fois des rendements des cultures et du coût des mesures de correction et des limitations permanentes (USDA 1983). Cet indice s'exprime ainsi:

$$SPI = P - (CM + CL)$$

où SPI (Soil Potential Index) est l'indice de potentiel du sol, P est l'indice de performance ou le rendement relatif au meilleur sol d'une région, CM est l'indice des coûts rattachés aux mesures correctives entraînées par les limitations corrigeables et CL est l'indice des coûts résultant de la perte attribuée par les limitations permanentes. Ces indices sont déterminées sur une base locale par une équipe multidisciplinaire constituée par des agents du Service de Conservation des Sols, le responsable de la cartographie des sols de la région, des agronomes locaux et parfois des producteurs agricoles et ce pour des utilisations spécifiques à la région (Mount et Chase 1984, Googins et al. 1984, Cole et al. 1984).

3. METHODES INDIRECTES:

Le développement d'un système d'évaluation des terres par voie inductive implique à prime abord l'identification des propriétés importantes du sol et du site qui semblent reliées au succès d'une utilisation donnée. Généralement, les évaluateurs ne développent pas un nouveau système mais essaient d'en adapter un déjà existant. Ils appliquent alors le système sur quelques sols de la région et procèdent à sa validation en recueillant des données de rendement, de qualité des cultures ou des produits qui en découlent. Le système est par la suite ajusté jusqu'à ce que la validation s'avère satisfaisante.

Les systèmes indirects peuvent définir des catégories (système à catégories) ou peuvent être obtenus à partir de la combinaison mathématique des descripteurs du sol et du site pour donner un indice sur une échelle continue (système paramétrique) très apprécié pour comparer la valeur des terres (land value, land appraisal). D'autre part, certains systèmes évaluent le sol selon ses qualités, d'autres selon leurs limitations.

Les termes "Aptitudes" et "Possibilités" sont fréquemment confondus dans la littérature. Pour McRae et Burnham (1981), l'aptitude (suitability) s'adresse à une utilisation ou une technique d'aménagement spécifique (production de maïs, irrigation, etc.) alors que les possibilités (capability) sont définies pour des usages généraux tels que l'agriculture et le développement urbain. Ainsi, les terres présentant les possibilités les plus fortes seront celles qui seront les plus versatiles, c'est-à-dire qui présenteront des aptitudes élevées pour un grand nombre d'utilisation (adaptabilité) et pouvant tolérer une intensification de la production.

3.1 EVALUATION DES POSSIBILITES D'UTILISATION AGRICOLE AVEC DES SYSTEMES A CATEGORIES

Le système américain de possibilités d'utilisation agricole des sols (Klingebiel et Montgomery 1961), qui est un système à catégories, a servi de base à plusieurs autres systèmes nationaux dont celui du Canada (Inventaire des Terres du Canada 1965) et de la Grande-Bretagne (Bibby et Mackney 1969). Comme on peut le constater au tableau 1, tiré de Chénard (1982), il comporte 8 classes de possibilités indiquant le degré des limitations, 4 sous-classes de possibilités indiquant le type de limitations et l'unité de possibilité regroupant les sols suffisamment semblables pour

avoir un potentiel de production comparable sous les mêmes conditions de régie et d'aménagement. Les systèmes canadiens et britaniques comportent 7 classes. Le système britanique possède 5 sous-classes tandis que le système canadien en utilise 13 dont deux ont été définies pour exprimer l'effet cumulatif de plusieurs limitations mineures. Cette abondance des sous-classes laissent peu de place au développement d'unités de possibilités.

Tableau 1: Comparaison entre les systèmes de classement des possibilités d'utilisation agricole des sols des Etats-Unis, de la Grande-Bretagne et du Canada. (tiré de Chénard (1982)).

Catégories	Système américain (Klingebiel and Montgomery, 1961)	Système britannique (Bibby and Mackney, 1969)	Système canadien (I.T.C., 1965)
Classe: (degré des limitations)	I II III IV V VI VII VIII	1 2 3 4 - 5 6 7	1 2 3 4 - 5 6 7
Sous-classe: (type de limitations)	e (érosion) w (excès d'eau, inondations) c (climat) s (limitations du sol): - profondeur - pierrosité - maque d'eau - fertilité - salinité	e (érosion) w (excès d'eau inondations) c (climat) s (limitations du sol): - profondeur - pierrosité - - fertilité - - structure g (pente)	E (érosion) W (excès d'eau) I (inondations) C (climat) S (limitations X du sol) R (profondeur) P (pierrosité) M (manque d'eau) F (fertilité) N (salinité) D (structure) T (topographie)
Unité de possibilités: (particularités de l'aménagement)	1 2 3 . .	1 2 3 . .	-

Dans les postulats de base régissant le système de classification des possibilités d'utilisation agricole des Etats-Unis, Klingebiel (1958) précise que le système n'est pas un groupement des sols basé sur leur productivité bien qu'il soit admis qu'en général le rendement économique global obtenu pour l'ensemble des cultures dans une région climatique ou écologique donnée décroit de la classe I à la classe VIII. L'unité de possibilités est la seule catégorie ou la corrélation avec les rendements peut être significative. Dans le système canadien, la productivité s'associe à l'adaptabilité et à l'intensité des limitations dans la définition des classes. Ainsi,

> "les sols de classe 1 fournissent des rendements moyennement élevés à élevés pour une vaste gamme de grandes cultures ...; pour ceux de la classe 3, si leur exploitation est bien organisée, leur rendement est moyennement ou assez élevé pour une gamme plutôt vaste de grandes cultures ...; le rendement des sols de la classe 4 s'échelonne de faible à moyen pour une gamme restreinte de cultures ..., etc." (ITC 1965)

Au Canada, certaines études ont été menées afin de calibrer le système de classification des possibilités d'utilisation agricole avec les rendements. MacKenzie (1970) a trouvé une assez bonne relation avec les rendements de l'avoine ainsi que Patterson et MacKintosh (1976) et Hoffman (1975) pour le maïs et l'orge respectivement.

3.2 EVALUATION DES POSSIBILITES D'UTILISATION AGRICOLE AVEC DES SYSTEMES PARAMETRIQUES

Des systèmes paramétriques ont été proposés pour évaluer les possibilités d'utilisation des terres pour l'agriculture. La plupart de ces systèmes évaluent la productivité des terres à partir des propriétés du sol dans une formule mathématique qui peut être simple ou extrêmement complexe. Selon McRae et Burnham (1981), ces formules peuvent se résumer à trois types:

- de type multiplicatif $IP = A \times B \times C$
- de type additif $IP = A + B + C$
- de type complexe $IP = (B \times C \times D)^{\frac{1}{2}}$

où IP est l'indice de productivité et A, B, C, et D sont des propriétés du sol ou de son environnement. Les valeurs des propriétés peuvent être utilisés directement ou correspondre à une échelle de pointage variant généralement de 0 à 100 (Chénard 1982).

Une des premières méthodes paramétriques a été développée par R. Earl Storie (1933) et a subi plusieurs mises à jour avec les années (1978). L'indice de Storie est de type multiplicatif et tient compte des descripteurs du profil (A), de la texture de surface (B), de la pente (C) et des autres descripteurs du site. Le résultat est exprimé en pourcentage du meilleur sol d'une région. Il a été développé en Californie principalement pour des fins de taxation (Storie 1954). En s'inspirant de l'indice de Storie, Riquier et

al. (1970) ont développé un modèle de production écologique complètement quantitatif, soit

$$IP = H \times D \times P \times T \times (N \text{ ou } S) \times O \times A \times M$$

où IP = Indice de productivité
H = Humidité
P = Profondeur efficace du sol
T = Texture et structure de l'horizon A
N = Saturation en bases
S = Concentration en sel soluble
O = Matière organique de l'horizon A
A = Capacité d'échange cationique et nature de l'argile de l'horizon B
M = Réserve en minéraux altérables de l'horizon B

Berger et al. (1952) ont conçu une formule évaluant la productivité des sols de façon additive. Berger et Hol. (1962) ont mis au point à partir de cet indice une feuille de calcul permettant à un producteur du Wisconsin qui veut acheter ou louer une terre d'en estimer la valeur. Selon eux, une bonne ferme devrait obtenir un pointage de 75 ou plus. Onze facteurs de production sont pris en compte dans le calcul de cet indice. Bégon et al. (1978) ont développé un indice semblable pour une région de culture intensive du Bassin parisien. Dans leur approche, ils ont identifié huit qualités des terres essentielles à la production des grandes cultures (maïs, betterave et blé) définies par douze descripteurs morphologiques ou analytiques dont ils ont évalués la contribution à la productivité au moyen d'un questionnaire à la ferme d'où leur poids respectif dans l'équation. Cet indice peut totaliser 1000 points au maximum.

3.3 EVALUATION DE L'APTITUDE DES SOLS A LA PRODUCTION DE CULTURES DONNEES

Le schéma (Tableau 2 tiré de Chénard (1982)) du système d'évaluation de l'aptitude des sols de l'organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO 1976) présente une structure relativement semblable à celle du système américain d'évaluation des possibilités d'utilisation agricole des sols. On y retrouve cependant quatre niveaux de généralisation décroissante: l'ordre indiquant le type d'aptitude (apte ou inapte), la classe précisant le degré d'aptitude à l'intérieur de l'ordre, la sous-classe indiquant les types de limitations et finalement l'unité d'aptitudes indiquant des différences mineures à l'intérieur des sous-classes au niveau de l'aménagement. Généralement on évalue l'aptitude des sols à produire des plantes horticoles, des plantes industrielles, les vergers, etc., enfin la plupart des cultures spéciales habituellement non considérées dans l'évaluation des possibilités d'utilisation agricole. Le rendement des cultures, la qualité des produits à la récolte ou une fois transformés servent généralement de critères à la validation des classes d'aptitudes. Certains y ajoutent une dimension économique: la rentabilité de la production. La Belgique a développé au sein de sa recherche agronomique (I.R.S.I.A.) un programme complexe d'évaluation de l'aptitude des sols belges pour la production maraîchère (Scheys 1981, Vandamme et Biston 1986).

Tableau 2: Structure du système d'évaluation des aptitudes des sols de la FAO (FAO 1976).

ORDRE	CLASSE	SOUS-CLASSE	UNITE
S - apte	S 1 S 2 S 3 etc.	S 2 m S 2 e S 2 me etc.	S 2 e-1 S 2 e-2 etc.
Sc - conditionnellement apte	Sc 2	Sc 2 m	
N - inapte	N 1 N 2 etc.	N 1 m N 1 e etc.	

4. SYSTEME AMERICAIN DE CLASSEMENT DES TERRES DE PREMIERE QUALITE OU CONSIDEREES UNIQUES EN VUE DE LEUR PROTECTION

Dans un souci toujours constant d'identifier toutes actions pouvant diminuer la productivité de l'agriculture américaine, le Service de Conservation des Sols américain utilise un système lui permettant de connaître l'étendue et la localisation des meilleures terres pouvant servir à la production d'aliment, de fibre, de fourrage et d'huile végétale de façon à les mettre en valeur, les conserver et les protéger contre toute utilisation compétitrice (Johnson 1975). Ce système comprend trois classes: 1) les terres agricoles de première qualité (Prime Farmland) qui présentent la meilleure combinaison de propriétés physiques et chimiques pour la production agricole et qui sont encore disponibles pour cette utilisation 2) les terres agricoles uniques (Unique Farmland) qui ne sont pas de première qualité mais sont utilisées pour des productions de haute valeur commerciale, et 3) les autres terres. Afin de tenir compte des terres d'importance locale et régionale deux autres catégories s'ajoutent au système soit 4) les terres agricoles présentant une importance sur le plan régional (Additional Farmland of Statewide Importance) et 5) les terres agricoles importantes sur le plan local (Additional Farmland of Local Importance).

5. LES GROUPES ET UNITES D'AMENAGEMENT

Une autre méthode de groupement populaire aux Etats-Unis, particulièrement dans l'état du Michigan (Mokma et al. 1978) surtout dans les études de niveau 2, est le groupe d'aménagement des sols (Soil Management Group). Les unités cartographiques d'une étude pédologique présentant des propriétés semblables à l'intérieur de 3,5 à 5,5 pieds de profondeur sont rassemblées en groupes d'aménagement car on suppose qu'elles posséderont les mêmes aptitudes et exigences d'aménagement. Les propriétés communément

utilisées pour former les groupes d'aménagement sont la texture, la réaction et l'épaisseur du profil ainsi que le drainage naturel. Les groupes d'aménagement peuvent être subdivisés sur la base de la texture de surface, de la pente, du degré d'érosion ou de la pierrosité en unités d'aménagements. En principe, ces unités d'aménagement devraient correspondre aux unités de possibilités d'utilisation agricole (Priest et al. 1963). Cette relation entre les deux systèmes d'interprétation a souvent été mal comprise, ce qui a entraîné une certaine confusion dans leur désignation respective. Ces groupes peuvent alors servir de base pour l'interprétation ou la mesure du rendement.

CONCLUSION

Comme on a pu le constater, le pédologue dispose de plusieurs systèmes pour interpréter ses données pédologiques pour l'agriculture. L'utilisation d'un type de système ou d'un autre dépend essentiellement des objectifs à la base de la prospection et de l'information pédologique disponible. Ainsi, l'agronome désireux d'introduire une nouvelle culture, par exemple le soya, trouvera plus d'attrait dans un système d'aptitudes dédié à cette culture tandis que le planificateur régional qui cherche à proposer un schéma d'aménagement trouvera plus intéressant un système évaluant les possibilités d'utilisation agricole. Enfin, les organismes subventionnaires qui attribuent aux terres une valeur monétaire et une notion de rentabilité opteront plutôt pour un système paramétrique évaluant la productivité.

Selon les besoins des évaluateurs, il peut y avoir bien des avantages à utiliser un système à catégories plutôt qu'un système paramétrique. Ainsi, la division en un petit nombre de catégories hiérarchisées est simple et facile à comprendre. De plus, l'utilisation d'un système qualitatif est plus réaliste dans l'état actuel de nos connaissances sur les relations sols/plantes/environnement. Enfin, les résultats du classement, à n'importe lequel niveau, peuvent être indiqués facilement et de façon claire sur des cartes. Cependant, à ces avantages s'oppose une subjectivité résultant de l'absence de certaines directives formelles pour le classement et la difficulté qu'on peut éprouver à tenir compte de l'interaction entre des facteurs limitatifs. La division en quelques catégories seulement peut donner une fausse impression sur la valeur relative de deux unités cartographiques et sur la valeur réelle des sols des classes présentant un potentiel inférieur pour l'agriculture. D'autre part, les systèmes paramétriques d'évaluation des possibilités d'utilisation agricole des sols présentent également des avantages et des inconvénients. Ce sont des systèmes faciles à appliquer (même par des gens peu expérimentés), simples, quantitatifs, précis et spécifiques, et enfin, faciles à adapter aux conditions locales en modifiant le choix des facteurs ou en modifiant la manipulation mathématique. Ils sont basés principalement sur les propriétés du sol et de son environnement et peuvent prendre en considération la combinaison de l'effet de différents facteurs. Toutefois, ils peuvent également donner une fausse impression de précision. Le choix des facteurs à évaluer, les valeurs qu'on leur assigne et la manipulation mathématique choisie peuvent devenir très subjectifs. A cet égard, il est préférable d'utiliser une formule de type multiplicatif car le facteur le plus limitatif y est mieux exprimé que dans une formule de type additif.

BIBLIOGRAPHIE

Ableiter, J.K. (1937). Productivity ratings in the soil survey report. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 2: 415-422

Avery, B.W. (1962). Soil Type and Crop performance. Soils and Fertilizers XXV(5): 341-344.

Baril, R.W. (1986). Historique de la pédologie, de la classification et de la cartographie des sols au Québec. pp. 3-24 dans Rétrospective de la recherche sur les sols au Québec. 1986. Textes publiés sous la direction de M.C. Nolin. Cahiers de l'ACFAS No. 37. 157 p.

Begon, J.C., Mori, A. et Hardy, R. (1978). Un système de classement des Terres suivant leur aptitude à la production agricole. Son application à une région de culture intensive dans le bassin parisien. Comptes Rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France 16: 1274-1285.

Berger, K.C. et Hole, F.D. (1962). Soil Productivity Score Card. Circular 453. Extension Service. University of Wisconsin. College of Agriculture. Madison.

Berger, K.C., Hole, F.D. et Beardsley, J.M. (1952). A soil productivity score card. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 16: 307-309.

Bibby, J.S. et Mackney, D. (1969). Land Use Capability Classification. Soil Surv. Cat. Br. Tech. Monogr. No. 1.

Bourbeau, G. (1979). Utilisation et occupation des sols. Notes du cours SLS-15385. Département des sols, Université Laval. 274 p.

Chénard, F. (1982). Développement d'unités de possibilités agricoles et d'aménagement pour les sols de l'Ile d'Orléans. Thèse de maîtrise de l'Université Laval. 252 p.

Cole, E.L., Moffat, H.H. et Adams, G.W. (1984). Soil Potentials for cropland in southwestern Oklahoma. Soil Survey Horizons 25: 6-9.

Dent, D. et Young, A. (1981). Soil Survey and Land Evaluation. George Allen et Unwin, London 278 p.

FAO (1976). Cadre pour l'évaluation des sols. Bulletin pédologique de la FAO No. 32. Rome 64 p.

Googins, R.L., McCormack, D.E. et Powell, J.C. (1984). Soil Potential ratings for soybeans. J. Soil Water Conserv. 39(6): 365-367.

Hoffman, D.W. (1975). Interpreting soil survey information. Geo science. Canada 2-65-67.

Huddleston, J.H. (1984). Development and use of soil productivity ratings in the United States. Geoderma 32: 297-317.

Inventaire des Terres du Canada (1965). Classement des sols selon leurs possibilités agricoles. Rapport No. 2. Environnement Canada. 16 p.

Johnson, W.M. (1975). Classification and Mapping of Prime and Unique Farmlands pp. 189-198 dans Perspectives on Primeland USDA Information Div., Soil Conservation Service. Washington, D.C.

Kellogg, C.E. (1961). Soil interpretation in the soil survey. Soil Conservation Service. USDA Washington, D.C.

Klingebiel, A.A. (1958). Soil Survey Interpretation - Capability Groupings. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22: 160-163.

Klingebiel, A.A. et Montgomery, P.H. (1962). Land-capability classification. Agriculture Handbook No. 210. Soil Conservation Service U.S.D.A. 21 p.

Mackenzie, A.F. (1970). Agronomic groupings of southern Quebec soils: oat field trial results. Soil Science 109 (1): 53-59.

McRae, S.G. et Burnham, C.P. (1981). Land Evaluation. Clarendon Press, Oxford. 239 p.

Mokma, D.L., Robertson, L.S. et Erickson, A.E. (1978). Soil management groups: an inventory of soil physical properties. J. Soil Water Conserv. 33: 240-242.

Mount, H.R. et Chase, D. (1984). Soil potential ratings for corn silage and grass-legume hay. Cheshire County. New-Hampshire. Cheshire County Conservation district 50 p.

Odell, R.T. et Oschwald, W.R. (1970). Productivity of Illinois soils. Cir. Univ. Ill. Coll. Agric. co-op Ext. Serv. No. 1016, 17 p.

Olson, G.W. (1981a). A new concept in Soil-Plant Field Research. Sequential Testing. Soil Survey Horizons 22(1): 5-8.

Olson, G.W. (1981b). Soil and the environment. A guide to Soil Surveys and their applications. Chapman and Hall. New York. London.

Patterson, G.T. et Mackintosh, E.E. (1976). Relationship between soil capability class and economic returns from grain and corn production in south western Ontario. Can. J. Soil Sci. 56: 167-174.

Priest, T.W., Whiteside, E.P. et Heneberry, W.H. (1963). Use of Soil Management Groups and Related Information in Evaluation of Farmlands and Their Utilization. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27(3): 335-339.

Richards, N.R., Hansen, J.A., Worthy, W.E.J. et Irvine, D.E. (1979). A guide for the use of land information. Ontario Institute of Pedology. Pub. No. 79-2, pp. 157-160.

Riquier, J., Bramao, D.L. et Cornet, J.P. (1970). A new system of soil appraisal in terms of actual and potential productivity. World soil resources report No. 40. Rome 38 p.

Scheys, I.G. (1981). Les recherches effectuées en Belgique sur l'aptitude des sols. Pédologie XXXI: 27-46

Schmude, K.O. (1977). A perspective on prime farmland. J. Soil Water Conserv. 32(5): 240-242.

Storie, R.E. (1933). An index for rating the agricultural value of soils. Bull. Calif. Agric. Exp. Stn. No. 556.

Storie, R.E. (1954). Land classification as used in California for the appraisal of land for taxation purposes. Trans. 5th Int. Cong. Soil Sci. Vol 3: 407-412.

Storie, R.E. (1978). Storie Index Soil Rating. Spec. Publ. Div. Agric. Sci., Univ. Calif. No. 3203.

USDA (1983). National Soil Handbook. Partie 603 - pp. 133-222. Application of soil information.

Vandamme, J. et Biston, R. (1986). Analysis of the suitability of Belgian soils for growing fine carrots. Pédologie XXXVI(1): 5-15

Vink, A.P.A. (1975). Land Use in Advancing Agriculture. Springer-Verlag, Berlin. 394 p.

LES PRINCIPAUX SYSTEMES D'INTERPRETATION AGRONOMIQUE UTILISES AU QUEBEC

Conférence

préparée par

Michel C. Nolin, agronome-pédologue

Equipe pédologique du Québec
Agriculture Canada
Local C 1.208, Complexe scientifique
2700, rue Einstein
Sainte-Foy G1P 3W8

Francine Chénard, agronome-pédologue

Energie, Mines et Ressources du Québec
Complexe scientifique
2700, rue Einstein
Sainte-Foy G1P 3W8

et

Marc R. Laverdière, Ph. D.
Directeur du département des Sols,

Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation
Université Laval
Sainte-Foy G1K 7P4

INTRODUCTION

Dans l'exposé précédent, nous avons tenté de vous expliquer de façon générale les principaux systèmes d'interprétation des données pédologiques pour l'agriculture. L'objectif de la présente communication est de vous présenter un inventaire des principales méthodes d'évaluation des terres utilisées ou proposées au Québec et d'en illustrer l'application par différents exemples tirés des rapports pédologiques québécois.

1. METHODOLOGIE

Les travaux réalisés au Québec dans le domaine des interprétations agronomiques des données de sol proviennent de trois sources, soit les études pédologiques, les articles scientifiques ou de vulgarisation et les thèses de recherche universitaires. Ainsi, 69 rapports pédologiques ont été étudiés et classés selon le type d'interprétation réalisé. Les articles scientifiques ou de vulgarisation retenus ont été publiés principalement dans la "Revue canadienne de science du sol", dans le "Naturaliste Canadien", dans "Agriculture" et dans "The Macdonald Journal". Seulement les thèses réalisées au Département des sols de l'Université Laval ont été inventoriées.

2. DESCRIPTION DES ETUDES PEDOLOGIQUES

Les études pédologiques disponibles au Québec sont la plupart du temps de niveau 3 (échelle moyenne de 1:50000). Elles sont destinées principalement à la planification à l'échelle du comté. Plus précises, les études de niveau 2 (échelle moyenne de 1:20000) se rapprochent de l'échelle de la ferme et ont pour but de fournir l'information pédologique nécessaire à la mise en valeur et à la conservation des sols pour des groupes contigus d'exploitations agricoles, des bassins versants, etc. Seules les études de niveau 1 (échelle moyenne de 1:5000) sont suffisamment précises pour effectuer une planification économique sérieuse de la régie (drainage, fertilisation, travail du sol, etc.) des différents champs composant une ferme. A cause des coûts qu'elles impliquent, les agences gouvernementales ont limité les études de niveau 1 aux fermes et stations expérimentales. Certaines entreprises privées ont offert ce service aux producteurs agricoles (PLANUT SERVICE (Macdonald College 1969)).

Conduite la plupart du temps sous l'égide des ministères provinciaux et fédéraux de l'Agriculture, les études pédologiques du Québec ont généralement comme objectif la valorisation agricole des terres. Ainsi, l'interprétation agronomique des données pédologiques y est omniprésente (66/69) soit sous forme d'un chapitre distinct placé à la fin du rapport ou au niveau de chaque série, sous forme de commentaires concernant les possibilités agricoles, l'aménagement ou même les rendements des cultures. Dans la plupart des études de niveau 2, le classement ou les commentaires sont réalisés au niveau des unités cartographiques.

3. GROUPEMENT DES SOLS SELON LEURS POSSIBILITES D'UTILISATION AGRICOLE

La majorité des études pédologiques consultées (45/69) présentent

un système évaluant les possibilités d'utilisation agricole des sols. Plusieurs systèmes sont cependant utilisés pour atteindre cette fin. Chacun d'eux met l'accent sur une des trois qualités définissant les possibilités d'utilisation agricole d'un sol à savoir l'adaptabilité du sol à produire une vaste gamme de culture, la capacité du sol à tolérer l'intensification des moyens de production (vulnérabilité) et la productivité. La majorité des systèmes proposés procèdent de façon indirecte (induction) en analysant les qualités du sol par le biais des descripteurs morphologiques ou analytiques du sol ou du site, ou contrairement, en évaluant les limitations et risques de dégradation du sol. Très peu de systèmes effectuent les groupements directement à partir des rendements. La plupart des systèmes utilisés sont à catégories, quelques-uns sont paramétriques.

3.1 SYSTEME BASE SUR L'ADAPTABILITE

C'est dans les rapports écrits par Cann et al. (1948) et par Choinière et Laplante (1948) qu'on retrouve les premières applications du système d'évaluation des possibilités agricoles des sols basé sur l'adaptabilité du sol à produire une vaste gamme de culture. Dans un premier temps, les auteurs classent les sols de la région étudiée selon leurs aptitudes à produire des cultures spécifiques (avoine, orge, luzerne, foin, pomme de terre, etc.) suivant cinq classes. Puis un groupement des sols est effectué (cinq classes de possibilités) selon la similarité du classement, les sols de classe 1 (bon) présentant des aptitudes allant de bonnes à moyennes pour une vaste gamme de cultures, ceux de classe 5 étant désignés très peu adaptés aux cultures générales d'une ferme.

3.2 SYSTEME BASE SUR LES LIMITATIONS DU SOL (ITC 1965)

Le système national proposé par l'ITC (Inventaire des Terres du Canada 1965) a été appliqué à toute la surface du Québec méridional. De plus il a été utilisé dans 11 études pédologiques dont une de niveau 1, une de niveau 2, six de niveau 3 et trois de niveau 5 (étude de synthèse). Dans ce système, les sols minéraux se subdivisent en sept classes selon leurs aptitudes (classes) ou leurs limitations (sous-classes) en matière de production agricole. L'étude pédologique du comté de Kamouraska (Baril et Rochefort 1965) présente la première utilisation du système ITC dans sa version préliminaire. Les auteurs ont groupé les séries de sol du comté en 13 sous-classes. Ce groupement était jumelé à une estimation de la productivité (aptitude) des sols pour des cultures spécifiques définie selon cinq classes rappelant ainsi le système basé sur l'adaptabilité.

Raymond et Tardif (1969), commentant le système proposé par l'ITC, notent les difficultés d'adaptation de ce système à travers le pays et le manque d'information pédologique pour son application dans certaines parties de la province. Les auteurs s'attaquent ensuite aux faiblesses inhérentes à ce système. Infirmatif, car mettant plus l'accent sur les limitations que sur le mode d'aménagement à apporter, il fait ressortir ce qui restreint mais non ce qui est restreint. Les auteurs critiquent aussi la méthode d'évaluation de l'intensité des limitations laquelle s'avère souvent mal

définie et ne tient pas compte des interrelations entre les facteurs limitatifs. Enfin, le système ne prévoit pas le classement des sols organiques.

Idéalement, un système de possibilités à portée nationale devrait s'appliquer à tous les niveaux d'intensité de la prospection. Aux niveaux d'intensité de la prospection devraient correspondre des niveaux d'interprétation. Le système américain a prévu cette éventualité. La sous-classe est bien adaptée aux études de niveau 3 tandis que l'unité de possibilités semble répondre mieux aux objectifs d'aménagement visés par les études de niveau 2. Chénard (1982) a introduit l'unité de possibilités dans le système ITC sur les sols de l'Ile d'Orléans cartographiés au niveau 2 par Marcoux (1980). Les critères qui ont présidé à la subdivision des sous-classes sont principalement la pente, la pierrosité, la profondeur et la texture de surface. Ainsi, les 59 unités cartographiques définies par Marcoux (1980) ont été regroupées en 33 unités de possibilités. Ce grand nombre d'unités de possibilités résulte de l'abondance des facteurs limitatifs de l'ITC (13) et de l'hétérogénéité des sols de l'ile d'Orléans.

3.3 SYSTEME ITC MODIFIE PAR MARSHALL ET AL. (1979)

Le système ITC tel qu'il a été modifié par Marshall et al. (1979) dans le rapport No. 47 de l'Ontario Soil Survey a été utilisé dans huit études pédologiques de niveau 2 ainsi que dans deux thèses de recherche (Chénard 1982, Murshid 1983). Par rapport au système ITC original, ce système offre une base plus quantitative le rendant ainsi moins subjectif. Les raffinements majeurs de ce système concernent la façon de désigner les sous-classes (Land Factor Limitations). Il y a trois degrés d'intensité dans la limitation: les limitations majeures (M'), les limitations modérées (M) et les limitations mineures (m). Une limitation majeure entraîne une dévaluation de deux classes, une limitation modérée d'une seule et deux limitations mineures sont requises pour dévaluer le sol d'une classe. La classe est déterminée selon un processus additif basé sur le nombre de limitations et leur importance. De plus, il n'y a pas, comme dans le système original, de limites pré-établies (2) concernant le nombre de limitations définissant les sous-classes. Ce système s'avère donc très descriptif. Cette approche élimine donc la subjectivité liée à l'évaluation de l'intensité des limitations, désavantages soulevés par Raymond et Tardif (1969). Cependant, l'interrelation des facteurs limitatifs demeure tout autant impondérable dans ce système. Enfin, le grand nombre de sous-classes engendrées ne favorise pas une compréhension simple des diverses possibilités et limitations des sols. Chénard (1982) a étudié la différence de classement entre le système ITC (1965) et celui modifié par Marshall et al. (1979): l'évaluation ne différait jamais de plus d'une classe et, dans la majorité des cas, la classe était identique. Nolin et Lamontagne (1987) ont adapté le système de Marshall et al. (1979) en incluant les sols organiques dans le classement.

3.4 SYSTEME BASE SUR LA VALEUR INTRINSEQUE DU SOL

La notion de valeur intrinsèque ou de potentiel de fertilité (potentialité) du sol est à la base d'un autre vieux système d'évaluation des

possibilités d'utilisation agricole des sols. Ainsi, Godbout (1957) regroupe les 30 types de sol identifiés dans le comté de Berthier en quatre grandes classes (bon, moyen, pauvre, très pauvre ou inculte) du point de vue fertilité en examinant les caractères morphologiques du sol (texture, lessivage, drainage, relief, présence de roches, érosion, etc...), les données analytiques, l'apparence générale et les rendements moyens des cultures obtenus après enquête auprès des producteurs.

3.5 SYSTEME QUEBECOIS DE MAILLOUX ET AL. (1970)

Le Québec a développé un système analogue à celui de l'ITC (1965) bien qu'il en diffère philosophiquement dans son approche ainsi que dans le nombre de classes retenues et dans la définition des sous-classes. Ainsi, il met davantage l'accent sur les qualités du sol qui le rendent apte à produire telle culture plutôt que telle autre. De plus, les limitations des sols sont considérées en terme d'aménagement, de soins à apporter pour leur mise en valeur plutôt qu'en terme de point de dévaluation. Les qualités du sol sont identifiées par l'étude des propriétés telles que la texture, la structure, la compacité, la nature minéralogique du sous-sol, la profondeur utile, la richesse en humus, la réaction, la teneur en éléments nutritifs, la capacité d'échange et le pourcentage de saturation. Les caractères externes tels que: relief, topographie, sensibilité à l'érosion, pierrosité, drainage défectueux nécessistant divers types d'intervention ajoutés aux propriétés des sols permettent de ranger ces derniers dans une classe de possibilités d'utilisation agricole (Tardif et Ouellet 1975). De plus, dans le système québécois, les sols organiques sont classés dans une catégorie spéciale identifiée par la lettre majuscule (O). La nature des travaux d'amélioration, le degré de décomposition, l'épaisseur du matériau organique et la nature du substratum minéral participent à la définition des classes et sous-classes.

C'est dans la thèse de maîtrise de Tardif (1964), couvrant la paroisse de Saint-Charles-de-Caplan, comté de Bonaventure qu'on retrouve la première application officielle du système québécois. Trois rapports couvrant respectivement les comtés de Richmond (Tardif et Ouellet 1975), de Kamouraska (Tardif et Ouellet 1978) et des Iles-de-la-Madeleine (Tardif 1978) sont dédiés à l'application de ce système. Les cartes des comtés de l'Est du québec (Rimouski, Matane, Matapédia, Témiscouata, Bonaventure, Gaspé-Est et Gaspé-Ouest) ont été produites mais ces documents demeurent encore inédits. On peut donc chiffrer à 13 les applications du système québécois. Marcoux (1966) et Pageau (1976) ont utilisé conjointement les systèmes québécois et de l'Inventaire des Terres du Canada (1965). Dans la majorité des cas, les sols sont rangés dans la même classe, le système québécois étant cependant un peu moins sévère que celui de l'ITC (1965) dans le classement.

4. GROUPEMENT DES SOLS SELON LEUR PRODUCTIVITE

Selon Ouellette (1964), la productivité d'un sol est le pouvoir que celui-ci possède de produire des récoltes et elle est en partie déterminée par la quantité d'éléments nutritifs qui s'y trouvent. Baril (1965) ajoute que la productivité des sols dépend surtout de la nature de ceux-ci, c'est-à-dire de leurs qualités ou défauts, mais aussi des plantes cultivées

seules ou en rotation et des différents types d'aménagement pratiqués.

4.1 SYSTEME BASE SUR LA MESURE DES RENDEMENTS

Huit études pédologiques de niveau 3 incorporent des données sur les rendements des cultures les plus communes. Ces données apparaissent généralement dans la section réservée à la description des séries de sol. Ils ont habituellement été obtenues au moyen d'une enquête auprès des producteurs agricoles ou des agronomes. Ces enquêtes constituent la procédure la plus courante pour valider les systèmes appliqués dans les études pédologiques du Québec ainsi que dans les projets de recherche en évaluation des sols (Murshid 1983). Parfois, certaines études pouvaient compter sur les résultats expérimentaux d'une station de recherche située à proximité. C'est le cas de Tardif (1964) qui a pu bénificier des données expérimentales de la station de recherche fédérale de Saint-Charles-de-Caplan pour valider, sinon définir le système québécois en terme de productivité. Les essais en serre ont servi à Marcoux (1964) à quantifier la valeur agronomique (rendement et qualité du foin) du loam limono-argileux des Battures.

Les données de rendement sont à la base d'un groupement interprétatif des sols des comtés de Soulanges et Vaudreuil (Lajoie et Stobbe 1951). Après avoir estimé le rendement moyen des principales cultures produites sur chaque type de sol de la région à l'étude, pour un niveau de gestion qualifié de normal, les auteurs ont converti ces valeurs absolues en valeurs relatives sur une base de 100, de façon à dériver des indices de productivité suivant la méthode américaine (Ableiter 1937). Ces indices ont ensuite permis aux auteurs de regrouper les sols en cinq classes.

4.2 SYSTEME PARAMETRIQUE DE TYPE ADDITIF DE BERGER ET AL. (1952)

Choinière (1960) a introduit le système de Berger et al. (1952) dans l'étude pédologique du comté de Drummond. Ce système paramétrique de type additif a permis à l'auteur de grouper les sols du comté en cinq classes. Non documenté dans le rapport, le système semble avoir été utilisé sans adaptation particulière pour le Québec. Une version plus récente de ce système (Berger et Hole, 1962) est présenté au tableau 1. Onze descripteurs morphologiques ou analytiques sont pris en compte dans ce système. Des pointages allant de -20 à +15 sont attribués pour chaque classe (4) de descripteurs pour un total pouvant atteindre 100. Ce système a aussi été utilisé dans cinq autres études pédologiques.

4.3 SYSTEME PARAMETRIQUE ADDITIF DE MURSHID (1983)

Murshid (1983) a proposé une nouvelle méthode pour classifier les possibilités d'utilisation agricole des terres tant marginales qu'à forte vocation agricole sous la forme d'un indice de productivité. L'auteur a étudié la productivité des sols (rendement en foin) de deux régions, l'une marginale (Val-Alain, comté de Lotbinière) et l'autre fortement agricole (La Présentation, comté de Saint-Hyacinthe). Les sols de ces deux régions avaient été cartographiés au niveau 2. L'indice de productivité de Murshid (1983), appelé "Map Unit Rating", est basé sur un système paramétrique de

Tableau 1: Feuille de calcul permettant d'obtenir le pointage de l'indice de productivité de Berger et Hole (1962). Le pointage attribué à chaque classe est indiqué entre parenthèses. (Adapté de Berger et Hole (1962)).

Descripteurs pédologiques	Classes et pointages			
Pente	> 15% (0)	8 à 15% (+ 1)	4 à 8% (+ 6)	0 à 4% (+ 8)
Pierrosité	Excessive (-20)	Modérée (0)	Peu (+ 6)	Pas (+ 8)
Degré d'érosion	Grave (ravin) (-20)	Modéré (0)	Peu (+ 6)	Pas (+ 8)
Texture de la surface du sol	Gravier (-20)	Sable (0)	Argile (+ 10)	Loam et texture humifère (+ 15)
Excès d'eau: Profondeur des mouchetures	Excessif En surface (-20)	Modéré 1-10 po. (0)	Léger 10-20 po. (+ 10)	Aucun >20 po. (+ 15)
Sécheresse: Profondeur au roc, couche indurée, gravier ou sable	Excessive <1 pied (-20)	Modérée 1-2 pi. (0)	Légère 2-3 pi. (+ 6)	Aucune 73 pi. (+ 8)
Contenu en M.O.	Très bas <1% (0)	Bas (1-2%) (+ 2)	Moyen 2-4% (+ 6,5)	Elevé >4% (+ 10)
pH culture générale	<4,5 (0)	4,5-5,4 (+ 1)	5,5-6,2 (+ 6,5)	6,3-8,0 (+ 10)
pH plantes acidophiles	>7,5 (0)	6,3-7,5 ou <5,0 (+ 1)	5,6 à 6,2 (+ 6,5)	5,0-5,5 (+ 10)
Phosphore disponible (lb/acre)	<10 (0)	10-20 (+ 1,5)	20 à 40 (+ 3)	>40 (+ 5)
Potassium échangeable (lb/acre)	<100 lb/acre (0)	101-140 (+ 1,5)	141-200 (+ 3)	>200 (+ 5)
Nombre de jours sans gel par année	80 à 109 (0)	110-129 (+ 3)	130-139 (+ 6))	>140 (+ 8)

type additif, relativement semblable à celui de Berger et Hole (1962) bien que, dans son système, Murshid (1983) fait intervenir un indice de discrimination négatif basé sur le rendement en foin et obtenu à partir d'une analyse discriminante. Les paramètres qui ont été retenus dans la fonction de classement sont ceux qui ont contribué significativement à l'explication du rendement en foin (Régression Multiple). L'indice s'exprime ainsi:

MUR = % Sable + % Argile + pH + % Matière Organique + CEC + Drainage + Texture de Surface + Erosion + Température du sol + % Pente - Indice de discrimination

D'une valeur maximale de 1000, l'indice a permis à l'auteur de subdiviser les unités cartographiques en 5 groupes de possibilités d'utilisation agricole (Très élevées, élevées, modérées, faibles et très faibles). Dans son système, Murshid (1983) subdivise les classes en sous-classes sur la base des facteurs limitatifs dominants et en groupe d'aménagement selon les travaux d'aménagement à réaliser.

4.4 SYSTEME PARAMETRIQUE MULTIPLICATIF DE MILLETTE ET SEARL (1969)

Millette et Searl (1969) ont dérivé des indices de productivité selon un système paramétrique de type multiplicatif afin de grouper les sols selon leurs possibilités d'utilisation agricole. Cet indice, dit de "capacité agricole" est obtenu par une formule mathématique calculée à l'aide des données morphologiques ou analytiques du sol. Les critères de l'indice sont groupés en deux catégories: 1- les propriétés "difficilement changeables" i.e. la granulométrie/structure (W), la profondeur du sol (D), la topographie (T) et le climat (C), et 2- les propriétés "facilement changeables" i.e. les éléments nutritifs (N), le régime d'humidité (M), le pH (R) et la pierrosité (P). Chaque carractéristique est subdivisée en cinq classes dégressives de 1.00 à 0.05 pour les "difficilement changeables" et de 1.00 à 0.60 pour les "facilement changeables". Le produit des valeurs ainsi obtenues donne la capacité agricole actuelle (IA) soit

$$IA = W \times D \times T \times C \times N \times M \times R \times P$$

On obtient la capacité agricole potentielle des sols en augmentant au maximum de "1" la valeur de chacune des propriétés "facilement changeables" d'où

$$IP = W \times D \times T \times C \times 1 \times 1 \times 1 \times 1$$

Les indices ainsi obtenues sont ensuite groupés en classe de productivité qui vont d'excellente (45 à 100) jusqu'à très pauvre (<10). Le rapport proportionnel de la capacité potentielle envers la capacité actuelle donne le coefficient d'amélioration (CA) des sols (CA = IP / IA) dont les valeurs pourraient être évaluées économiquement. Les indices de capacité sont groupés en classes, sous-classes et unités (IP, IA, CA). A notre connaissance, ce système n'a pas été utilisé intensivement au Québec.

4.5 INDICES DE POTENTIEL DES SOLS (SPI)

Des indices de potentiel des sols (SPI) ont été proposés par Denholm (1987) pour les sols du comté de Richelieu cartographiés au niveau 2. Le maïs-grain et l'orge ont été choisis comme cultures pour appliquer le système. Les rendements ont été recueuillis sur une période de deux ans. De plus, l'auteur a évalué à l'aide d'un questionnaire le niveau de gestion des producteurs participants. Les résultats obtenus indiquent une bonne corrélation entre les indices déterminés par la méthode et le classement effectué par Nolin et Lamontagne (1987) selon le système ITC modifié par Marshall et al. (1979). La faible longueur de l'expérience n'a pas permis de démontrer la rentabilité du système de drainage, les deux années des essais présentant des conditions extrêmes et opposées de température. Quelques années supplémentaires (3-7) devraient faire ressortir les tendances. Selon l'auteur, le système a semblé vivement intéresser les agronomes locaux et les producteurs car il tient compte des coûts de production. Du point de vue de l'évaluateur, ce système a de plus l'avantage d'inclure une certaine forme de validation par la mesure des rendements et le questionnaire sur la gestion. Conçu pour être appliqué sur une base locale, ce système pourrait facilement être utilisé sur une base géographique un peu plus grande en tenant compte des paramètres du climat.

5. GROUPEMENT DES SOLS SELON LEURS APTITUDES POUR DES CULTURES SPECIFIQUES

Les sols ne présentent pas tous les mêmes aptitudes pour la production des cultures. Les uns seront mieux adaptés pour la production des céréales, d'autres conviendront mieux pour les pommes de terre (Scott, 1968). Ce concept d'aptitude des sols à produire des cultures spécifiques participait dans les débuts de la pédologie à la définition même des sols: les sols à pomme de terre, les sols à vergers (Stobbe et McKibbin 1938) etc..

Comme il a été dit précédemment, l'évaluation des aptitudes des sols à produire des cultures spécifiques a été généralisée de façon à générer une évaluation globale des possibilités d'utilisation agricole des sols (adaptabilité). Dix-sept études pédologiques présentent des évaluations d'aptitudes pour la production de cultures spécifiques. Bien que plusieurs plantes sont communes à toutes ces études, quelques-unes sont particulières à la région inventoriée ou même à la période d'inventaire. Le foin et l'avoine sont évidemment les plus fréquemment utilisés dans ces systèmes (16/17), puis le trèfle, le pois fourrager, le maïs fourrager (15/17), les paturages et la pomme de terre (14/17), la luzerne (13/17), l'orge (12/17), les plantes à racines en général, les tomates, les petits fruits et les vergers (9/17); le maïs sucré et les haricots (7/17), le chou-siam (5/17), la laitue (4/17), la betterave sucrière, le lin et les choux (3/17), la carotte et les pois de conserverie (2/17), et enfin, avec une seule application, les système d'aptitudes pour la production d'oignon, de concombre, de blé et de sarrasin. Les systèmes utilisés présentent entre 4 et 5 classes d'aptitudes, quelques-uns précisent l'aménagement à apporter pour réduire les limitations à la culture. On se rapproche alors de la sous-classe d'aptitude proposée dans le système de la FAO (FAO 1976). Aucunes des études pédologiques consultées ne précise les normes suivies pour le classement. Il semble donc

que ce classement se fait de façon intuitive sous les conseils judicieux des producteurs ou des agronomes. Récemment, Dubé (1981), après avoir effectué une revue de littérature exhaustive, a publié des normes concernant les exigences climatiques (lumière, température, eau) et pédologiques (sols) de plusieurs plantes cultivées importantes au Canada. Cette brochure s'avérera fort utile pour définir les normes dans les systèmes d'aptitudes.

6. GROUPEMENT DES SOLS SELON LE CONCEPT DES GROUPES D'AMENAGEMENT

A la recherche d'un système de classement qui permettrait de ramener le grand nombre de types de sols connus à un nombre restreint de catégories, tout en étant établi suivant des critères définis par des propriétés fondamentales des sols eux-mêmes, Dubé et Raymond (1966) ont adopté à cette fin un mode de groupement utilisé par le Département des Sols de l'Université du Michigan (Priest et al. 1963). Il s'agit des groupes d'aménagement des sols (Soil management groups). Les critères utilisés dans l'élaboration des groupes d'aménagement des sols sont les suivants: la texture, l'état du drainage naturel, les caractères stratigraphiques, l'âge et la profondeur du sol. Ces critères ont été choisies pour leurs implications directes dans l'élaboration de la légende de terrain ainsi que dans la plupart des groupements interprétatifs. Dubé et Raymond ont appliqué ce système sur les sols des régions de Chicoutimi et du lac Saint-Jean. Les 86 séries et sols divers identifiés dans ces études ont été subdivisés en 40 groupes d'aménagement. Les auteurs proposent des points pouvant être étudiés et commentés dans la description des groupes d'aménagement. Il est aussi suggéré par les auteurs de définir des unités d'aménagement pour des applications plus locales et détaillées en utilisant certaines caractéristiques internes telles la réaction (pH), la structure et la consistance de même que certains facteurs externes comme la quantité de pierres, le degré de pente, l'indice d'érosion actuelle et la profondeur du socle rocheux. Chenard (1982), suivant cette suggestion, a proposé 26 unités d'aménagement pour regrouper les 59 unités cartographiques définies par Marcoux (1980).

Six autres études pédologiques du Québec utilisent un groupement interprétatif semblable à celui obtenu par les groupes d'aménagement, sans toutefois utiliser la symbolisation proposée par Dubé et Raymond (1966). Les groupes ainsi formés font l'objet de commentaires concernant l'aménagement, la conservation, les aptitudes et les limitations pour la production agricole. L'étude pédologique de la région de Charlevoix (Carrier 1981) en est le meilleur exemple.

Une fois formés, les groupes d'aménagement peuvent constituer les éléments sur lesquels peuvent être appliqués d'autres systèmes d'interprétation. Ainsi Raymond (1968), après avoir effectué l'étude des sols de la région de l'Anse-Saint-Jean - Petit Saguenay, a défini, à partir des unités taxonomiques, des groupes d'aménagement ou de valorisation du sol. Puis chaque groupe d'aménagement a été classé selon six classes de possibilités d'utilisation agricole (Très bonne, bonne, moyenne, faible, très faible et nulle). De plus, l'auteur propose pour chacun d'eux un indice d'évaluation du fond de terre (land value) basé sur le potentiel du sol et le

type de terrain agricole. Ces indices sont des valeurs comparatives basées sur le potentiel du meilleur sol agricole d'une région déterminée, ou encore, à l'échelle d'une unité administrative définie comme le village, la paroisse, le territoire scolaire, etc.. Les modalités d'application de ce tystème d'évaluation ne sont pas définies dans l'article.

Enfin, s'inspirant des travaux de Schreier et Zulkifli (1983), Nolin et al. (1986) proposent un groupement interprétatif de 91 unités cartographiques de sols de la région de Montréal basé sur leur fertilité telle que définie par dix descripteurs analytiques de la couche de surface. Selon les auteurs, les méthodes numériques ayant servi au groupement (analyse en composantes principales, méthode de groupement, etc.) peuvent être utilisées avantageusement pour définir des groupes d'aménagement. Il suffit de considérer les caractères du sol (et du climat) pouvant représenter une contrainte majeure pour la croissance de la plante ou pour l'exécution des façons culturales.

CONCLUSION

Généralement, les rapports pédologiques québécois (69) mettent l'accent sur les possibilités d'utilisation agricole des sols (capability). Le système de l'Inventaire des Terres du Canada (ITC 1965) a été utilisé dans onze études pédologiques allant des niveaux 1 à 5, mais principalement au niveau 3. Les modifications proposées par Marshall et al. (1979) ont été suivies et adaptées (inclusion des sols organiques) dans huit études de niveau 2. Le Québec a développé un système analogue à l'ITC bien qu'il en diffère philosophiquement dans son approche en mettant davantage l'accent sur les "qualités" du sol qui le rendent aptes à produire telle culture plutôt que telle autre et par le fait que les limitations sont considérées plutôt en terme d'aménagement requis pour la mise en valeur des terres. Trois qualités semblent avoir été retenues pour définir les possibilités générales des sols pour l'agriculture: l'adaptabilité des sols à produire une vaste gamme de cultures, la capacité des sols à supporter l'intensification des moyens de production (vulnérabilité) et la productivité des sols (rendement et qualité des cultures). Plusieurs systèmes ont été proposés mettant l'accent sur une de ces composantes, la plupart des systèmes à catégories, quelques-uns paramétriques. La plupart d'entre eux utilisent cinq classes de possibilités. La majorité des systèmes proposés procède de façon indirecte (induction) en analysant les qualités du sol par le biais des descripteurs morphologiques ou analytiques du sol ou du site, ou contrairement, en évaluant les limitations et risques de dégradation du sol. Très peu de systèmes effectuent les groupements directement (déduction) à partir des rendements. Les aptitudes des sols à produire des cultures spécifiques sont évaluées dans 17 études pédologiques de niveau 3. Cependant, les normes justifiant le classement ne sont pas documentées dans les rapports. Le concept de groupe d'aménagement a servi au groupement des sols dans huit études de niveau 3. Avec la venue des études de niveau 2, le besoin d'une interprétation plus précise et plus près de l'aménagement de la ferme a entraîné la recherche de systèmes plus adéquats. L'unité de possibilités agricoles (land capability unit) et l'Indice de Potentiel des Sols (SPI) semblent répondre favorablement aux objectifs des études de niveau 2.

BIBLIOGRAPHIE

Ableiter, J.K. (1937). Productivity ratings in the soil survey report. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 2: 415-422

Baril, R.W. (1965). Les données pédologiques et l'utilisation optimale des sols du Québec. Agriculture XXII(1): 20-27.

Baril, R. et Rochefort, B. (1965). Etude pédologique du comté de Kamouraska. Station de recherches scientifiques du Ministère de l'Agriculture du Canada. 156 p.

Berger, K.C. et Hole, F.D. (1962). Soil Productivity Score Card. Circular 453. Extension Service. University of Wisconsin. College of Agriculture. Madison.

Berger, K.C., Hole, F.D. et Beardsley, J.M. (1952). A soil productivity score card. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 16: 307-309.

Cann, D.B., Lajoie, P. et Stobbe, P.C. (1948). Etudes des sols des comtés de Shefford, Brome et Missisquoi dans la province de Québec. Service des fermes expérimentales. Ministère fédéral de l'Agriculture. 94 p.

Carrier, D. (1981). Etude pédologique de la région de Charlevoix. Direction générale de la recherche agricole. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. 92 p.

Chénard, F. (1982). Développement d'unités de possibilités agricoles et d'aménagement pour les sols de l'île d'Orléans. Thèse de maîtrise de l'Université Laval. 252 p.

Choinière, L. (1960). Etude pédologique du comté de Drummond. Bulletin technique No. 7. Division des Sols. Ministère de l'Agriculture. 167 p.

Choinière, L. et Laplante, L. (1948). Etude des sols du comté de Nicolet. Bulletin technique No. 1. Division des Sols. Ministère de l'Agriculture. 158 p.

Denholm, K.E. (1987). Soil Potential Ratings for Grain-corn and Barley production in Richelieu county, Québec. Thèse de maîtrise de l'Université Laval. 144 p.

Dubé, A. et Raymond, R. (1966). La connaissance des sols du Québec. I. Les groupes d'aménagement ou de valorisation du sol: un lien entre la classification morphogénétique et l'unité physique d'aménagement du terrain agricole. Agriculture XXIII(2): 13-18.

Dubé, P.A. (1981). Climate and Soil requirements for economically important crops in Canada. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada. 55 p.

FAO (1976). Cadre pour l'évaluation des sols. Bulletin pédologique de la FAO No. 32. Rome 64 p.

Godbout, G. (1957). Etude pédologique du comté de Berthier. Bulletin technique No. 5. Division des sols. Ministère de l'Agriculture. 112 p.

Inventaire des Terres du Canada (1965). Classement des sols selon leurs possibilités agricoles. Rapport No. 2. Environnement Canada. 16 p.

Lajoie, P. et Stobbe, P. (1951). Etude des sols des comtés de Soulanges et de Vaudreuil dans la province de Québec. Service des fermes expérimentales, Ministère fédéral de l'Agriculture. 73 p.

Macdonald College (1969). Le service PLANUT du Département des Sols du collège Macdonald, Québec. Brochure publicitaire de 7 p. + 1 carte.

Mailloux, A., Dubé, A. et Tardif, L. (1970). Classement des sols selon leurs possibilités d'utilisation agricole. M.A.Q. Publication No. 332. Québec. 31 p.

Marcoux, R. (1964). Etude pédologique et agronomique des Battures de l'Ile-aux-Grues. Thèse de maîtrise de l'Université Laval. 47 p.

Marcoux, R. (1966). Etude pédologique des comtés de Bellechasse et de Montmagny. Bulletin technique No. 12. Division des Sols. Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation du Québec. 72 p.

Marcoux, R. (1980). Etude pédologique des îles d'Orléans, aux Coudres et aux Grues. Direction de la Recherche. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. 64 p.

Marshall, I.B., Dumanski, J., Huffman, E.C. et Lajoie, P.G. (1979). Soils, capability and land use in the Ottawa urban fringe. Report No. 47 - Ontario Soil Survey - Direction de la recherche. Agriculture Canada. 59 p. + Appendices sur microfiches.

Millette, G.J.F. et Searl, W.E. (1969). Indice de capacité agricole pour les sols des rapports pédologiques de l'Est du Canada. Agriculture XXIV(3): 3-10.

Murshid, A.H. (1983). A proposed new method for classifying land capability of marginal and prime agricultural land in the St.Lawrence lowlands of Quebec. Thèse de doctorat. Université Laval. 286 p.

Nolin, M.C. et Lamontagne, L. (1987). Etude pédologique du comté de Richelieu. Volume 1. Equipe pédologique fédérale, Agriculture Canada. Centre de recherche sur les terres. 293 p. + 2 cartes (6 feuilles).

Nolin, M.C., Wang, C. et Caillier, M.J. (1986). Fertility groupings of Montreal lowland soil mapping units based on selected analytical characteristics of the surface layer. Titles and Abstracts for the Annual Meeting of the Canadian Society of Soil Science.

Ouellette, G.J. (1964). Productivité des sols du Québec. Agriculture XXI(4)

Pageau, E. (1976). Etude pédologique du comté de Dorchester. Bulletin technique No. 17. Division des Sols. Agriculture Québec. 94 p.

Priest, T.W., Whiteside, E.P. et Heneberry, W.H. (1963). Use of Soil Management Groups and Related Information in Evaluation of Farmlands and Their Utilization. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27(3): 335-339.

Raymond, R. (1968). Indice d'évaluation agricole des sols de la région de l'Anse Saint-Jean-Saguenay. Agriculture XXV(1) 24-27.

Raymond, R. et Tardif, L. (1969). Du classement des sols à l'aménagement du territoire agricole. I - L'Inventaire des Terres du Canada: classification des sols selon leurs aptitudes à la production agricole. Agriculture: XXVI(1): 18-20.

Schreier, H. et Zulkifli, M.A. (1983). A numerical assessment of Soil Survey Data for Agricultural Management and Planning. Soil Survey and Land Evaluation 3(2): 41-53.

Scott, A. (1968). Variations dans la productivité des sols. Agriculture XXV(1): 22-23.

Stobbe, P.C. et McKibbin, R.R. (1938). Les sols à vergers de la province de Québec. Deuxième rapport du Comité d'enquête sur les sols du Québec. Bulletin technique No. 11. Publication 590. Ministère de l'Agriculture du Canada. 73 p. + 13 cartes.

Tardif, L. (1964). Etude des sols de la paroisse de Saint-Charles-de-Caplan. Comté Bonaventure, Province de Québec. Thèse de Maîtrise de l'Université Laval. 37 p. + 7 tableaux + 8 illustrations + annexes.

Tardif, L. (1978). Les possibilités d'utilisation agricole des sols -- Iles-de-la-Madeleine. Direction générale de la recherche et de l'enseignement. Agriculture Québec. 22 p. + 1 carte.

Tardif, L. et Ouellet, L. (1975). Classement cartographique des sols selon leurs possibilités d'utilisation agricole. Comté de Richmond. Division des sols. Direction générale de la Recherche et de l'Enseignement. Ministère de l'Agriculture du Québec. 31 p. + 1 carte.

Tardif, L. et Ouellet, L. (1978). Les possibilités d'utilisation agricole des sols. Comté de Kamouraska. Contribution du Service de recherche en sols. Direction générale de la recherche et de l'enseignement. Agriculture Québec. 25 p. + 2 cartes.

UN SYSTEME D'INTERPRETATION DE LA VALEUR AGRONOMIQUE DES SOLS ORGANIQUES

Conférence

préparée par

Marcel P Lévesque et Skhdev P. Mathur

Centre de recherches sur les terres
Ferme expérimentale centrale
Agriculture Canada
Ottawa

UN SYSTÈME D'INTERPRÉTATION DE LA VALEUR AGRONOMIQUE DES SOLS ORGANIQUES.

M. Lévesque et S.P. Mathur

Centre de Recherche sur les Terres, Agriculture Canada, Ottawa

Les sols organiques (Histosols: du grec "histos"= tissu) se distinguent, à l'intérieur de leur groupe, par leur composition botanique, degré de décomposition, couverture végétale, et leurs propriétés chimiques et physiques. Les caractères distinctifs qui leur sont conférés sont reliés à l'origine et à la nature de l'eau qui gouverne l'écosystème des tourbières (Mathur et Farnham 1985). La présence de l'eau retarde, à des degrés différents, la minéralisation et l'humification des débris végétaux qui s'accumulent. Le caractère de l'eau des tourbières varie selon que le pH, la salinité, le contenu en éléments nutritifs et le niveau d'oxygène dissout changent dans le milieu. L'eau est retenue dans les tourbières pour les raisons suivantes: (a) l'absorption par la masse organique (b) une conductivité hydraulique limitée (c) la présence d'une couche minérale imperméable, c'est à dire, une assise argileuse ou rocheuse (d) une topographie particulière (bassin) ou (e) une nappe phréatique régionale élevée. Les bulles de gaz, comme le méthane, qui sont produites et emprisonnées dans les couches anaérobies peuvent également retenir l'eau dans les tourbières (Mathur et Lévesque 1985). En général, le niveau d'humidité ou les quantités d'eau retenues sont favorisées lorsque la précipitation excède l'évapotranspiration. Les tourbières se trouvent surtout dans les zones tempérées et subartiques qui ont été soumises à la glaciation; sous les climats plus chauds, les tourbières sont plutôt concentrées dans les régions alpines ou dans les deltas et estuaires. Au Canada, près de 12% du territoire est recouvert d'une couche de matériaux organiques d'au moins 40 cm. Les sols organiques sont dominants sur une superficie de 927,113 Km^2; ils se trouvent en association avec d'autres sols sur 152,750 Km^2 additionels (Clayton et al. 1977, Tarnocai 1980). Si l'on se refère à l'Inventaire des Sols du Canada, les sols organiques couvriraient 1.5 millions d'hectares du territoire québécois - la région septentrionale n'étant pas incluse. Des données statistiques plus inclusives font état de 12 millions d'hectares (Lévesque 1982). Les quelques 25 milliers d'hectares concentrés dans le sud-ouest du Québec seraient les dépôts organiques les plus importants du point de vue des productions horticoles. Par contre, les régions côtières du Bas St-Laurent et du Golfe sont bien pourvues en tourbières à sphaignes qui alimentent surtout l'industrie de la tourbe horticole (peat moss).

Classifications

Les sols organiques sont classifiés pour servir des fins variées. Les principaux critères servant de base de classification sont les suivants: la couverture végétale existante, la nature botanique de la tourbe, les conditions trophiques de l'eau, le degré de décomposition, et, aussi, une utilisation spécifique (Farnham et Finney 1965, Moore et Bellamy 1974, Clymo 1983, Gore 1983). La plupart des systèmes de classification utilisent la nature chimique de l'eau, la composition botanique et le degré de décomposition. Au Canada, bien avant d'être considérés comme un ordre dans un système de classification

des sols (Day 1968), les sols organiques étaient utilisés comme milieu de croissance pour les légumes, comme matériaux organiques dans les composts, mais perçus aussi comme terrains à problèmes pour la construction des routes et des voies ferrées.

Le premier système de classification des sols organiques selon leurs possibilités agricoles a été développé en Ontario (Leeson 1969). Ce système était calqué sur celui utilisé par l'Inventaire des Terres du Canada. Par la suite, le système de l'Ontario (Tableau 1) a été légèrement modifié pour répondre aux conditions des sols organiques du Manitoba (Mills et al. 1977). Cependant, ni l'un ni l'autre de ces deux systèmes ne fut adopté à l'échelle nationale. Récemment, le système de l'Ontario a donné lieu à des litiges en cour en rapport avec le taux de taxation du revenu des terres. La façon plus ou moins arbitraire d'évaluer les niveaux de limitation des divers facteurs a été mise en cause, comme il en sera question dans les sections suivantes.

Nowland (1980) a revu et commenté le domaine de l'interprétation agronomique des sols organiques. Il a judicieusement attiré l'attention sur les raisons pour lesquelles les sols organiques sont attrayants en agriculture malgré les difficultés de drainage et de régie qui sont inhérentes à leur mise en valeur et à leur utilisation.

Possibilités Agricoles ou Valeur Agronomique des Sols Organiques

Grâce à leur nature particulière, les sols organiques peuvent emmagasiner des quantités d'eau très grandes . Étant organiques et de faible densité, ils offrent peu de résistance au développement des racines, et assurent un apport continu d'eau et d'azote. Ainsi, les sols organiques constitutent un milieu idéal pour la culture des légumes-racines et des légumes en vert. Cependant, tous les sols organiques n'offrent pas les attributs mentionnés plus haut, non plus qu'ils ne les maintiennent pour toute la durée de leur utilisation. De plus, les sols organiques cultivés, à l'encontre des sols minéraux, constituent une ressource non-renouvellable, vu que le drainage, le chaulage, la fertilisation et les pratiques culturales favorisent l'oxidation biologique des matériaux organiques, ce qui provoque leur affaissement et leur disparition éventuelle (Mathur 1987). Les sols organiques deviennent moins productifs et plus difficiles à travailler au fur et à mesure que les couches organiques sous-jacentes sont exhumées et oxidées.

Pour l'établissement d'un système d'évaluation des possibilités agricoles des sols organiques, il faudrait tenir compte de la réalité suivante: la mise en culture des sols organiques requièrent des sommes d'argent considérables. Aussi, le producteur doit-il toucher, pour ses produits, un prix environ 5 fois supérieur à celui des produits obtenus sur des sols minéraux de la même région. Il s'ensuit que seules les cultures pouvant assurer des profits élevés, comme les cultures maraichères, sont généralement utilisées sur ces sols au Canada, et à plus forte raison au Québec.

Un Système Proposé pour la Classification des Sols Organiques selon leur Valeur Agronomique

Le système proposé ici est une revision du système de l'Ontario que l'on

a modifié en tenant compte des connaissances récemment acquises, et en fonction d'objectifs s'appliquant au niveau national. Selon le système de l'Ontario, les sols sont groupés dans 7 classes, chaque classe reflétant des niveaux différents de difficultés reliées à leur mise en culture (Tableau 2). Le système peut être utilisé pour les sols cultivés aussi bien que pour les sols vierges. Dans le premier cas, on retient seulement les facteurs limitatifs qui perdurent. Comme c'est le cas dans le système taxonomique de classification des sols, les critères sont appliqués pour toute la section de contrôle. Ainsi, les propriétés sont évaluées et des valeurs optima établies. Tout écart non souhaitable donne lieu à des points de pénalité. Les points de pénalité pour les différents facteurs sont additionnés, et le total est soustrait de 100, donnant ainsi des valeurs indices qui servent à établir les classes de sol.

Le guide que nous présentons au Tableau 3 permet l'utilisation du système de classification des sols organiques selon leurs possibilités agricoles. Dans les sections qui vont suivre, nous ferons état des justifications militant en faveur de la revision du système de l'Ontario.

1. Degré de décomposition

Dans le système de l'Ontario, une légère différence dans l'estimation du degré de décomposition du matériau tourbeux peut abaisser l'évaluation d'un sol de la classe 1 à la classe 4. Ceci est principalement dû au fait que tout matériau fibrique de la section de contrôle peut recevoir 35 point de pénalité. De plus, le système ne traduit pas la réalité en laissant croire que tous les matériaux fibriques sont biodégradables et sujets à l'affaissement au même degré que la tourbe de sphaigne.

Nous pensons donc que ce facteur devrait être divisé en 6 conditions plutôt qu'en 3 (Tableau 3), en tenant compte de la nature du matériau tourbeux. Une tourbe mélangée contenant de la sphaigne, des herbes et du bois serait un matériau plus souhaitable qu'une tourbe de sphaigne pure. En bref, ce facteur (degré de décomposition) devrait être retenu mais appliqué d'une façon moins arbitraire. Nos travaux ont montré que le contenu en fibres frottées utilisé pour évaluer le degré de décomposition était le meilleur indicateur du potentiel de biodégradation et de subsidence d'une tourbe (Lévesque et al. 1980, Lévesque et Mathur 1979, Mathur et Lévesque 1980).

Toutefois, les commentaires précédents devraient être ajustés en considérant ce qui suit. Lorsqu'ils sont comparés aux mesisols et aux humisols, les sphagno-fibrisols sont vus comme étant (a) plus sujets à l'affaissement, (b) plus lents à se réchauffer, (c) plus difficiles à drainer, (d) plus pauvres en éléments nutritifs, (e) plus exigeants en chaux, et (f) moins apte à assurer une germination uniforme.

Nos travaux ont montré que la décomposition des sols organiques et l'affaissement qui en résulte peuvent être réduits à moins de 1 cm par année avec des applications de cuivre, les sols peu décomposés requérant des quantités moins élevées (Mathur 1981, Mathur et Farnham 1985).

Les quantités de fertilisants azotés requises pour les cultures horticoles sont environ 5 fois plus élevées lorsque ces cultures sont cultivées sur des sphagno-fibrisols. Les raisons possibles pour expliquer un tel écart avec les autres sols organiques seraient (a) l'immobilisation de l'azote dans les fibrisols à cause d'un rapport C:N trop élevé, (b) le lessivage des nitrates, (c) l'hydrolyse trop rapide de l'urée dans les matériaux fibreux par l'enzyme uréase.

Les fibrisols sont généralement plus pauvres en Cu, Fe, Mn et Zn que les autres sols organiques. Cependant, nos travaux récents, impliquant 55 différents sols, 4 cultures et diverses entités chimiques des 4 éléments ci-haut cités, ont indiqué que la disponibilité de ces éléments dans les fibrisols était bonne à excellente à cause de la faible quantité de sites spécifiques pour la complexation des métaux (Lévesque et Mathur 1983, Mathur et Lévesque 1983, Lévesque et Mathur 1986).

L'impression que l'on a des sphagno-fibrisols requérant de plus grandes quantités de chaux est due au fait que leur pH est généralement bas. Cependant, si l'on considère que ces sols ont une densité apparente faible, on se rend compte que les quantités de chaux requises à l'hectare ne sont pas exceptionnellement élevées.

En conclusion sur ce point, nous pouvons dire que les limitations agronomiques associées à la nature des sphagno-fibrisols ne sont pas aussi sérieuses que l'on est porté à le croire. Dans le cas des cultures horticoles, les coûts encourus pour un fertilisation azotée additionnelle ne représentent qu'une mince fraction du coût total des investissements.

2. La présence de bois

Dans le système ontarien, on a raison de considérer la présence de bois comme étant un facteur négatif pour l'utilisation optimale des sols organiques. Cependant, on a erré en ne considérant pas la position du bois dans le profil des dépôts. Par contre, il faut souligner qu'un certain contenu en bois présente aussi des aspects positifs.

Le bois s'avère un problème seulement lorsqu'on le trouve à la surface du sol. Il empêche ainsi un ensemencement et une germination uniformes, et il cause des interruptions fréquentes ou des bris occasionnels de la machinerie utilisée pour la récolte des cultures-racines. Par ailleurs, le bois qui se trouve en-dessous de la couche cultivée a souvent des effets positifs. Les sols ainsi pourvus peuvent avoir une meilleure perméabilité, se rétrécissent moins par séchage et compression, se dégradent et s'affaissent plus lentement. On peut dire que les matériaux ligneux distribués à tous les niveaux dans le profil constituent un problème plus grave que s'ils se trouvaient concentrés à la base de la section de contrôle.

Des observations au champ nous ont indiqué que le bois arrivant à la surface du sol après plusieurs années de culture se dégradait plus facilement lors du labour et du disquage du sol que le bois présent à la surface des tourbières récemment mises en culture. Ces observations ont été faites à la

ferme Le Herrant, près d'Ormstown, Québec, où il nous a été possible d'établir, grâce à l'analyse pollinique, un synchronisme temporal entre les couches sous-jacentes des sections vierges et cultivées du même dépôt (Mathur et al. 1982, Lévesque et al. 1982). A l'intérieur d'un périmètre de quelques centaines de mètres, il y avait des sections qui venaient d'être mises en culture et d'autres qui étaient cultivées depuis 40 ans. Des situations similaires existaient sur la ferme Watson à Cook's Bay près de Keswick et de Bradford en Ontario.

Il est bon de souligner que le bois à la surface du sol ou distribué dans tout le profil peut limiter le choix des cultures pour des périodes plus longues que si ce même bois se trouvait concentrer à la base de la section de contrôle. De plus, cette dernière situation faciliterait la transition vers un autre système de culture, comme les prairies ou paturages, même si la couche inférieure n'est que partiellement dégradée au moment où elle fait surface (Dinel 1984, Dinel et al 1987). La décomposition des matériaux ligneux dans un profil de sol drainé est possible parce qu'en un tel cas les contraintes naturelles à la décomposition sont reliés à la température et à l'aération beaucoup plus qu'au pH et aux éléments nutritifs (azote excepté). Dans un milieu drainé, le bois se décomposera sans addition de chaux, en autant que les conditions d'humidité, d'aération et de température sont adéquates.

Avec ces principes à l'esprit, nous proposons donc que (a) les limitations associés à la présence du bois soient moins sévères, (b) plus d'importance soit donnée à la position du bois dans le profil, et (c) la méthode utilisée pour évaluer le volume du bois dans le profil soit moins empirique qu'elle ne l'est présentement avec l'emploi d'une tige métallique.

3. La réaction (pH)

Ici encore, on a manqué de discernement pour établir le niveau de limitation se rapportant au facteur pH (Tableau 1). Ainsi, un pH au-dessus de 6.5 devrait restreindre la disponibilité pour les plantes du Cu et du Mn. On sait qu'en Floride, sous des conditions de pH similaires, on applique du soufre pour abaisser le pH.

De plus, le système de l'Ontario accorde un même degré de limitation pour un sol à pH 3 que pour un sol à pH 5, même si, en réalité, l'acidité échangeable est 100 X plus grande à pH 3. Il faut considérer aussi le fait que les graminées, les pommes de terre entre autres récoltes se comportent très bien sur des sols organiques à des pH se situant aux environs de 4.0. Pareillement,il y a davantage de Ca disponible dans les sols organiques que dans les sols minéraux à des niveaux égaux de saturation en base à cause de la très grande capacité d'échange cationique des sols organiques (Lévesque and Mathur 1983, Mathur and Lévesque 1983). On a montré aussi que l'effet stimulant d'une élévation de pH sur la décomposition des sols organiques est grandement réduite quand on applique du cuivre à certains taux recommandés (100 à 400 ppm) (Mathur 1987).

4. La profondeur du dépôt organique

Quatre sous-classes peuvent être définies à partir de la profondeur du

dépôt organique. Pour un sol organique cultivé, le niveau de la nappe phréatique se situerait normalement en-dessous d'une profondeur de 80 cm. Cette couche de 80 cm est donc soumise à la bio-dégradation et à l'affaissement. La nature des matériaux tourbeux entre 80 et 200 cm peut affecter le mouvement de l'eau, et influencer le choix d'un système de drainage. Puisque tout dépôt plus profond que 200 cm devrait être assuré d'une utilisation utile d'au moins 50 ans, une telle profondeur cesse d'être un facteur limitatif. Cependant, il faut retenir qu'un dépôt ayant un substratum minéral ondulant apporterait certains problèmes surtout à cause de l'affaissement inégal du sol tourbeux.

Le système de l'Ontario accordait jusqu'à 50 points de pénalité pour un manque de profondeur à l'époque où le taux d'affaissement s'établissait à environ 3 cm par année. Maintenant que nous avons la possibilité de ramener ce taux à environ 1 cm par année, nous proposons une réduction de pénalité pour ce facteur.

5. La nature des matériaux sous-jacents

Dans le système de l'Ontario, les matériaux grossiers ont une cote négative, ce qui est juste parce que, s'il s'agissait de gravier, le sol n'aurait plus aucune valeur agronomique avec la disparition de la couche organique. Il en est autrement avec les sables et les limons qui peuvent être avantageusement mélangés avec la couche organique de surface pour créer un milieu de croissance fort acceptable pour la production de céréales et de légumes (Lévesque et Mathur 1985). Dans certains cas, comme dans la région avoisinant la tourbière de Caribou en Nouvelle-Ecosse, le sable se trouve assez près de la surface de sorte que le pompage et l'épandage du sable à la surface du sol organique sont réalisables. De telles pratiques sont courantes en Allemagne et en Hollande. Nous savons que le fait de mélanger le sable avec des couches organiques minces et humifiées améliore les conditions physiques du sol sans accroître le taux d'affaissement. De plus, il est possible de maintenir le niveau de la nappe phréatique près de l'interface organique-minérale pour ainsi protéger les matériaux organiques en même temps qu'assurer un apport d'eau dans la partie minérale. Voilà pourquoi nous pensons que les 20 points de pénalité attribués, sans distinction, à tous les matériaux de dimension moyenne et grossière est par trop sévère.

Par contre, le système de l'Ontario est vraiment trop généreux en n'attribuant pas de points de pénalité aux matériaux argileux. Car souvent, le rétrécissement, le fendillement et la compaction des couches argileuses sous-jacentes créent des conditions de sol peu désirables, comme c'est le cas dans la vallée du Bas-Fraser en C.B. Le mélange de l'argile avec une couche organique ralentit la décomposition du matériau organique mais n'apporte pas nécessairement, du moins pour les premières années, d'amélioration dans les conditions physiques et hydrauliques des sols organiques minces sur assisesargileuses. Ces sols organiques sont prêts à être travaillés et ensemensés bien après les sols minéraux de leur voisinage.

La nature particulière de certains matériaux sous-jacents a des implications agronomiques importantes. Les chercheurs suédois savent depuis longtemps que la gyttja, un type de sédiments constitués surtout de matériaux

d'origine animale), est riche en composés de soufre réduits (mercaptan, skatoles, etc.) qui, lorsqu'exposés à l'air et à l'activité microbienne, s'oxident pour donner de l'acide sulfurique et créer ainsi des conditions phytotoxiques. La gyttja se trouve en association avec de nombreux sols organiques du plateau intérieur et de la région côtière du sud-ouest de la C.B. (Lévesque et al. 1987), ainsi que de la région des basses terres du St-Laurent au Québec. Une étude en serres sur ce type de matériau nous a confirmé l'existence des conditions acidifiantes mentionnées plus haut. Cependant, dans les dépôts de la région du sud-ouest du Québec, une couche de coquillages d'origine lacustre est souvent associée à la gyttja. Ceci pose un tout autre genre de problème puisqu'on peut être en présence de quantités élevées de Ca. La présence de la marne créerait naturellement le même genre de condition.

Nous avons poursuivi diverses études de caractérisation des couches minérales ou limniques associées aux sols organiques. Nous avons déterminé leur potentiel agricole, d'abord seules, puis en mélange avec les matériaux organiques qui leur étaient associés (Lévesque et Mathur 1985).

Grâce aux connaissance acquises à la suite de ces travaux, à l'expertise européenne (de Bakker 1982, Wind et Pot 1976, Smith 1969, Çole et al. 1980, Kuntze 1980), grâce aussi aux observations faites sur le champ au Canada, dans plusieurs états des U.S.A., en Irlande, Grande Bretagne, Hollande, Allemagne, Norvège, Suède et Finlande, nous pouvons donc proposer une série de points de pénalité pour les divers matériaux sous-jacents (Tableau 3).

6. Le climat

Judicieusement, le système de l'Ontario ignore ce facteur parce que les sols organiques susceptibles d'être utilisés pour les productions horticoles se retrouvent dans la même zone climatique. Cependant, dans le cadre d'un système national, ce facteur doit être inclus. Nous avons été à même de constater l'influence du climat lorsque nous avons comparé le comportement hydraulique et la productivité des sols de Farnham (Québec) et de Colinet (Terre-Neuve). Il va sans dire que les conditions océaniques (plus de précipitation et moins d'ensoleillement) de Colinet sont peu favorables aux rendements d'un bon nombre de cultures.

7. L'excès d'eau

De par leur nature, les sols organiques ont tous un excédent d'eau, au moins pour une partie de l'année. Il nous a semblé que le meilleur critère pour mesurer l'influence de ce facteur serait d'évaluer le degré de facilité avec lequel on pourrait adéquatement contrôler le niveau d'eau. Pour ce faire, on devrait se baser sur le type de topographie et de relief du dépôt plutôt que sur les propriétés hydrauliques de la tourbe; on a déjà, indirectement, tenu compte de cet aspect dans le facteur no.1: les humisols ont une conductivité hydraulique (Ksat.) peu élevée, à l'égal de celle des sphagno-fibrisols.

Voici quelques exemples démontrant la relation entre la topographie (ou le relief) et les types d'interventions possibles. Certaines sections d'une

tourbière à calotte peuvent être isolées et drainées par des mesures à l'échelle de ces mêmes sections. En d'autres cas, c'est tout le dépôt qu'il faut drainer; ici, l'entrée de l'eau peut être controlée à la périphérie du dépôt. Quelque fois, le bassin d'un grand dépôt ne peut être drainé que si des travaux de grande envergure sont effectués à l'échelle d'une concession ou d'un comté.

En guise de conclusion, mentionnons que le guide de classification des sols organiques que nous proposons intègre des connaissances générales acquises dans le domaine, mais utilise d'une façon particulière les nouvelles données obtenues notamment sur les sphagno-fibrisols, et sur les couches minérales et limniques sous-jacentes. Nous espérons pouvoir y apporter des améliorations en profitant des réactions des éventuels utilisateurs.

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre gratitude à John Day, Charles Tarnocai, Keith Valentine, Lucie Grenon et Ed Woodrow pour leurs commentaires et suggestions.

REFERENCES

Clayton, J.S., Ehrlich, W.A., Cann, D.B., Day, J.S. and Marshall, I.B. 1977. Soils of Canada. Agric. Canada. Publication No. 1544.

Cole, A.J., Mulqueen, J., and Hammond, R.F. 1980. Effects of mixing cut-over raised bog peats and underlying subsoils on the growth of carrots and clover. Ir. J. Agric. Res. 19: 1-16.

Clymo, R.S. 1983. Peat. In Ecosystems of the world. 4A. Mires, Swamp, Bog, Fen and Moor. General Studies (A.J.P. Core, ed.) Elsevier, New York. pp. 159-224.

Day, J.S. 1968. The classification of organic soils in Canada. Proc. 3rd Int. Peat. Congr. pp. 80-84.

de Bakker, H. 1982. Soils and their geography. In: H. de Bakker and M.W. van den Berg (Eds.). Proc. Symp. on peatlands below sea level. I.L.R.I. publication 30. Wageningen, Neth. Int. Inst. Land Reclamation and Improvement. 85-105.

Dinel, H., Mathur, S.P. and Lévesque, M. 1987. Downward movement of partly degraded materials in dyked marsh soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 51: 384-389.

Dinel, H. 1984. Aspects paléo-écologiques et pédologiques du marais tourbeux de Keswick, Ont. Thèse de M.Sc. Université de Montréal. 239 p.

Farnham, R.S. and Finney, H.R. 1965. Classification and properties of organic soils. Adv. Agron. 17:115-162.

Gore, A.J.P. (ed.) 1983. Ecosystems of the World. Mires: Swamp, Bog, Fen, and Moor. 4A. General Studies. 4B. Regional Studies. Elsevier, New York, pp. 440-479.

Kuntze, H. 1980. The importance of the organic matter content on the development of sand-mix cultivated bogs. Proc. 6th Intern. Peat Congr. Duluth. U.S.A. 408-412.

Leeson, B. 1969. An organic soil capability classification for agriculture, and a study of the organic soils of Simcoe county. ARDA & Soil Sci. Depart., Guelph University. 82 p.

Lévesque, M.P. and S.P. Mathur. 1979. A comparison of various means of measuring the degree of decomposition of virgin peat materials in the context of their relative biodegradability. Can. J. Soil Sci. 59: 397-400.

Lévesque, M., Dinel, H. et Marcoux, R. 1980. Evaluation des critères de différenciation pour la classification de 92 matériaux tourbeux du Québec et de l'Ontario. Can. J. Soil Sci. 60: 479-486.

Lévesque, M.P., H. Morita, M. Schnitzer and S.P. Mathur. 1980. The physical, chemical and morphological features of some Quebec and Ontario peats. Agriculture Canada Monograph. L.R.R.I. 62: 72 p.

Lévesque, M.P., S.P. Mathur and P. Richard. 1982. A study of physical and chemical changes in a cultivated organic soil based on palynological synchronization of subsurface layers. Naturaliste Canadien 109: 181-187.

Lévesque, M. 1982. Un aperçu sur l'utilisation agricole des tourbières au Canada. Dans: Symposium 82 - Un Symposium sur la tourbe et les tourbières. Ed. J.D. Sheppard. Shippagan, N.B. pp. 78-108.

Lévesque, M. and S.P. Mathur. 1983. Effect of liming on yield and nutrient concentration of reed canarygrass grown in two peat soils. Can. J. Soil Sci. 63: 469-478.

Lévesque, M. and S.P. Mathur. 1983. The effects of using copper for mitigating Histosol subsidence on: The yield and nutrition of oats and lettuce grown on Histosols, mineral sublayers, and their mixtures. Soil Sci. 135: 88-100.

Lévesque, M. and S.P. Mathur. 1985. Reclamation of cutover peatlands. In: Symposium 85: A technical and scientific conference on peat and peatlands. pp. 264-278.

Lévesque, M., and Mathur, S.P. 1986. Soil tests for copper, iron, manganese and zinc in Histosols: 1. The influence of soil properties, Fe, Mn and Zn on the level and distribution of copper. Soil Sci. 142:153-163.

Lévesque, M., Dinel, H., Lord, T. and Lortie, G. 1987. The characterization of organic soils developed on peat and limnic materials in British Columbia. Agriculture Canada. Techn. Bull. 1987-5E. 19 p.

Mathur, S.P. 1987. The use of copper for slowing down biochemical oxidation and resultant subsidence of cultivated organic soils. Proc. 11th British Columbia Soil Sci. Workshop. (in press).

Mathur, S.P. 1981. Organic soil subsidence: A scan of conventional wisdom and current research. Proc. Organic Soil Mapping Workshop. Fredericton, N.B. pp. 139-156.

Mathur, S.P., J.Y. Daigle, M. Lévesque and H. Dinel. 1986. The feasibility of preparing high quality composts from fish scrap and peat with seaweeds or crab scrap. Jour. Biol.. Agric. Host. 4: 27-38.

Mathur, S.P., and R.S. Farnham. 1985. Geochemistry of humification in virgin and cultivated peat lands. In. Aiken et al (editors). Geochemistry of Humic Substances in Soils Sediments and Water. J. Wiley and Sons. p.p. 53-85.

Mathur, S.P. and M.P. Lévesque. 1980. Relationship between acid phosphatase activities and decomposition rates of twenty-two virgin peat materials. Commun. in Soil Sci. and Plant Anal. 11: 155-162.

Mathur, S.P. and Lévesque, M.P. 1983. The effects of using copper for mitigating Histosol subsidence on: II: The distribution of Cu, Mn, Zn and Fe in an organic soil, mineral sublayers and their mixtures in the context of setting a threshold of phytotoxic soil-Cu. Soil Sci. 135: 166-176.

Mathur, S.P., and M.P. Lévesque. 1983. Effect of liming and pH on the yields, nutrition and copper status of potatoes, carrots and onions grown in two peat soils. Can. J. Soil Sci. 63: 229-244.

Mathur, S.P. and M.P. Lévesque. 1985. Negative effect of depth on Ksat of Histosols. Soil Sci. 140: 462-466.

Mathur, S.P., M. Lévesque and P. Richard. 1982. The establishment of synchrony between subsurface layers and estimating of overall subsidence of cultivated organic soils by a palynological method. Can. J. Soil Sci. 62: 427-431.

Mills, G.F., Hopkins, L.A. and Smith, R.E. 1977. Organic soils of the Roseau River watershed in Manitoba. Inventory and assessment for Agriculture. Manitoba Soil Survey, Agriculture Canada. Monograph No. 17. 69 p.

Moore, P.D. and Bellamy, D.J. 1974. Peatlands. Springer-Verlag, New York. 221 p.

Nowland, J.L. 1981. Interpretation of organic soil properties for agriculture. Proc. of Workshop on organic soil mapping and interpretation (1980). St. John's NFLD. pp. 69-98.

Smith, J. 1969. Soil mixing to preserve fen peats. Agriculture (U.K.) Report of the Arthur Rickwood Expt'l Husbandry Farm. p. 612-616.

Tarnocai, C. 1980. Canadian wetland registry. In: Proc. of a workshop on Canadian Wetlands. Ed. C.D.A. Rubec and F.C. Pollett. Environment Canada. Series No. 12.

Wind, G.P. and R.A. Pot. 1976. Soil improvement in the "Peat Colonies" in the Netherlands. Z.f. Kulturtechnik und Flurbereinigung 17: 193-206.

Tableau 1. Les facteurs utilisés pour la classification des sols organiques selon leurs possibilités agricoles - Système de l'Ontario.

	Facteurs	Points de pénalité
1. Décomposition		
	Fibrique	35
	Mésique	0
	Humique	20
2. Contenu en bois		
	0	0
	1-25 %	5
	25-50 %	10
	>50 %	20

Tableau 1 (suite)

3. Réaction		
	pH <5.0	20
	pH 5.0-7.0	0
	pH >7.0	20
4. Profondeur		
	Profond (>180 cm)	0
	Modérément profond (120-180 cm)	20
	Peu profond (80-120 cm)	35
	Très peu profond (<80 cm)	50
5. Texture des matériaux sous-jacents		
	Fine	0
	Moyenne et grossière	20

Tableau 2. Les sols organiques classifiés selon leurs possibilités agricoles.

Classe 1. (100-85) - Les sols organiques de cette classe n'ont aucune limitation associée à l'hydrologie, topographie ou réaction; ils sont profonds, modérément décomposés, et localisés dans la zone climatique no.1.

Classe 2. (80-70) - Les sols de cette classe ont une seule limitation qui restreint légèrement leur utilisation. Cette limitation peut-être reliée à l'un ou l'autre des facteurs suivants: présence de bois, réaction, inondation, topographie, profondeur ou climat.

Classe 3. (65-55) - Les sols de cette classe ont des limitations plus ou moins sérieuses qui restreingnent le choix des cultures ou qui requièrent des pratiques culturales spéciales.

Classe 4. (50-40) - Les sols de cette classe ont des limitations sérieuses qui restreingnent le choix des cultures ou qui requièrent des travaux d'aménagement ou des pratiques culturales spéciaux d'un coût élevé.

Classe 5. (30-20) - Les sols de cette classe ont des limitations sérieuses qui ne permettent que certaines productions herbagères ou des cultures spécialement adaptées. Des travaux d'amménagement de grande envergure ne sont pas réalisables.

Classe 6. (20-10) - Les sols de cette classe ne peuvent supporter que des plantes indigènes; aucune mesure d'amélioration n'est réalisable.

Classe 7. (<10) - Les sols organiques de cette classe n'ont aucune valeur agronomique.

Tableau 3. Guide modifié pour la classification des sols organiques selon leur valeur agronomique.

	Facteurs	Point de pénalité
1. Décomposition	**% Fibres frottées**	
Fibrique:	>60 % avec dominance de sphaignes	25
	40-60 % avec dominance de sphaignes	20
	40-60 % sans dominance de sphaignes	10
Mésique :	20-40 % sans distinction	0
	10-20 % sans distinction	10
Humique :	<10 % sans distinction	20
2. Contenu en bois	**% Volume**	
	0	0
	1 à 25 % en-dessous de 80 cm	5
	1 à 25 % au-dessus de 80 cm	10
	25 à 50 % en-dessous de 80 cm	10
	25 à 50 % au-dessus de 80 cm	20
	>50 % en-dessous de 80 cm	20
	>50 % au-dessus de 80 cm	35
3. Réaction	**pH**	
	< 3.5	20
	3.5 à 5.0	10
	5.0 à 6.5	0
	6.5 à 7.5	10
	> 7.5	20
4. Profondeur du dépôt organique		
	> 200 cm	0
	120 à 200 cm	10
	80 à 120 cm	20
	< 80 cm	30

Tableau 3 (suite)

5. Matériaux sous-jacents de plus de 20 cm d'épaisseur à l'intérieur de 3 m	
Silt et limon	10
Sable	15
Argile	20
Gyttja, tourbe sédimentaire ou coprogène sans une couche adjacente de coquillages ou de marne	50
Gyttja, tourbe sédimentaire ou coprogène avec une couche adjacente de coquillages ou de marne	10
Marne ou une couche de coquillages	10
Assise rocheuse	50
Présence de pierres (<10 %) dans la couche minérale sous-jacente	5
Gravier, ou toute couche contenant plus de 30 % de pierres	30
6. Climat	
Mésique	0
Boréal	30
Cryoboréal	60
7. Excès d'eau	
Envergure des moyens correctifs:	
Mesures à l'échelle d'une section d'un dépôt	0
Mesures à l'échelle d'un dépôt	10
Mesures appliquables à la périphérie d'un dépôt	20
Mesures à l'échelle d'un comté	35
Mesures débordant le comté	50

L'EVALUATION DES TERRES PAR L'ESTIMATION DES RENDEMENTS DES CULTURES

Conférence

préparée par

Julian Dumanski, Johanne B. Boisvert et Constantin Onofrei

Centre de recherches sur les terres
Ferme expérimentale centrale
Agriculture Canada
Ottawa

No contribution CRT : 87-80

1.0 Introduction

Qu'on parle de zonage agricole, de substitut à la culture du tabac, d'érosion des sols, de dégradation des terres, de développement urbain et même de loisirs, la nécessité politique et économique d'une évaluation des terres s'impose aussitôt. En effet, le sol est une ressource limitée, aux usages multiples et qui réagit selon l'utilisation qu'on en fait.

Le but de cette présentation est d'expliquer le quoi et le pourquoi de l'évaluation des terres au Canada, les concepts qui prévalent ainsi que les approches utilisées en agriculture. Ces approches reposent essentiellement sur l'estimation des rendements des cultures, elle-même étant une intégration des données pédologiques, agronomiques et climatiques.

2.0 L'évaluation des terres

Dans cette section, nous allons définir l'évaluation des terres, présenter ses buts et décrire les 2 principaux concepts qui prévalent en ce domaine.

2.1 Definition

Quand on consulte la littérature, on trouve plusieurs conceptions de ce qu'est l'évaluation des terres. On peut résumer en disant que l'évaluation des terres consiste à analyser des stocks de ressources biophysiques par rapport à des catégories d'utilisation.

2.2 Buts

L'évaluation des terres vise à fournir l'information requise pour:

- comprendre les relations entre le sol et la manière dont il est utilisé;
- prédire les effets positifs et négatifs d'une utilisation spécifique;
- établir la performance actuelle d'un sol;
- établir les changements possibles dans la qualité d'un sol ou dans son utilisation;
- établir les caractéristiques d'un sol pour des applications spécifiques;
- attribuer des valeurs à différentes subdivisions des terres ou à des combinaisons de types de gestion des cultures, de préférence en termes économiques;
- proposer des alternatives réalistes aux responsables de la planification.

2.3 Les approches

On peut dégager deux approches fondamentales dans l'évaluation des terres: l'évaluation physique et l'évaluation intégrale (Beek, 1980; Smit et al., 1984).

L'évaluation physique des terres tente d'identifier les diverses utilisations potentielles d'un sol et d'établir leur efficacité

respective sous l'angle des contraintes imposées par les terres. Cette évaluation se fait à l'aide d'indicateurs comme la possibilité, l'aptitude, la vulnérabilité et la productivité. Ces indicateurs permettent de comparer les possibilités d'utilisation et de planifier l'utilisation des terres à l'échelle de grandes régions. Toutefois, les résultats globaux des systèmes sont des comparaisons statiques entre les propriétés physiques des terres et les exigences biologiques et physiques des usages envisagés. Les évaluations physiques des terres ont un rôle crucial à jouer dans l'élaboration des concepts relatifs à l'utilisation des terres, mais elles ne produisent pas à elles seules suffisamment d'information pour permettre d'établir des politiques et des lignes directrices en matière d'utilisation des terres.

L'évaluation intégrale des terres synthétise l'information relative à la nature et à la productivité des terres et incorpore dans l'analyse des renseignements sur les buts et les objectifs concernant l'utilisation. Elle prolonge l'évaluation physique en cernant les options d'utilisation et en soulignant l'importance économique du maintien d'utilisations particulières dans certaines régions. Elle établit dans quelle mesure et avec quelle souplesse pourront être atteints des objectifs socio-économiques précis en termes de biens, services et compensations avec la base des ressources biophysiques disponibles. L'évaluation se fait à l'aide d'indicateurs comme la flexibilité dans l'utilisation du sol, la faisabilité de rencontrer les exigences socio-économiques, l'importance critique d'une

utilisation et la sensibilité aux changements physiques, sociaux ou économiques. Toutefois, puisque les conditions et les exigences changent avec le temps en raison du développement socio-économique, des nouvelles orientations, des progrès technologiques et de la modification de l'environnement, la gamme des options réalisables en matière d'utilisation des terres peut également varier. Par conséquent, l'évaluation intégrale des terres est un processus dynamique.

3.0 L'estimation des rendements pour l'évaluation des terres

Le rendement des cultures, en chiffres réels ou estimatifs, est souvent utilisé dans l'évaluation physique des terres pour fournir des renseignements sur l'aptitude des terres et pour suivre l'évolution de la productivité et de la qualité des terres. Dans l'évaluation intégrale des terres, les rendements des cultures sont l'élément central de l'intégration entre les données physiques et l'information socio-économique.

Que ce soit pour l'évaluation physique ou l'évaluation intégrale des terres, il est essentiel de pouvoir estimer le rendement des cultures avec un degré de précision raisonnable. Les estimations doivent être représentatives de la réalité car les rendements des cultures varient selon l'évolution du génotype, les conditions météorologiques, le type de gestion et les sols. Nous allons décrire trois méthodes employées pour estimer les rendements: l'utilisation de données observées, les indices de productivité et les modèles de croissance.

3.1 Estimation des rendements à partir des données observées

Les rendements observés sont des mesures directes obtenues suite à la récolte d'une culture précise dans un lieu bien déterminé. Pour être utiles à l'évaluation des terres, ces données doivent être abondantes et couvrir le plus de combinaisons sol-plante-climat possibles. Elles sont souvent tirées d'estimations fondées sur les déclarations des agriculteurs telles qu'elles apparaissent dans les données du recensement, dans les dossiers de l'assurance-récolte ou d'autres programmes semblables. On peut aussi obtenir ces données en faisant la synthèse des opinions expertes des agronomes, des vulgarisateurs et des chercheurs ou les estimer au moyen de relations assez simples entre la qualité des terres et les rendements enregistrés dans le passé.

Les données de rendement réelles étant des valeurs ponctuelles, il faut faire preuve de prudence quand on les utilise pour l'évaluation des terres à grande échelle. Une vérification minutieuse des résultats s'avère nécessaire. Même à l'échelon local, ces données ont souvent peu de valeur si l'on ne dispose pas de données météorologiques et de détails sur la gestion. Les rendements observés ont été employés à bon escient, notamment pour "étalonner" les classes de possibilités.

Au tableau 1 figurent quelques estimations disponibles de la productivité des cultures en fonction des classes de possibilité des sols au Canada. Bien que ces données soient tirées de régions et de périodes différentes, et qu'elles se fondent sur des cultures repères

non identiques, elles affichent une remarquable uniformité lorsqu'elles sont exprimées sous forme d'estimations par quotient, par rapport à la classe de capacité supérieure. Cette caractéristique a permis à Shields et Ferguson (1975) d'établir des indices composites pour les classes de capacité 1 à 4 des sols canadiens.

Tableau 1: Calibration des classes de possibilité des sols au Canada à partir des données de rendements actuels

Classes de possibilités	Plantes indicatrices		
	maïs	Blé de printemps	Indice composite
1	1,00	1,00	1,00
2	0,80	0,83	0,85
3	0,64	0,66	0,70
4	0,49	0,43	0,50

Des classes de possibilité comme celles qui apparaîssent au tableau 1 permettent de faire des évaluations générales du rendement des sols facilement accessibles aux non-spécialistes. Elles ont été abondamment utilisées au Canada, mais généralement pour de vastes études régionales portant sur la disponibilité de terres agricoles, la détermination des réserves de terres agricoles et l'impact des changements d'utilisation des terres sur la réaffectation des terres. Elles ne se sont pas révélées utiles, en général, pour résoudre des problèmes locaux de planification de l'utilisation des terres.

Les données de rendement réelles sont aussi utiles pour surveiller l'évolution des rendements en fonction des changements

technologiques sur de vastes régions. Dumanski et al. (1986) ont évalué les tendances des rendements du maïs sur la période 1961-1982 en fonction de différents environnements de culture en Ontario. Les augmentations de rendement résultant d'améliorations technologiques (en supposant des conditions météorologiques normales) s'établissaient en moyenne à 2% par année dans la région à l'aptitude la plus élevée, 1% dans la région à aptitude intermédiaire et 0,3% dans la région à aptitude minimale (figure 1). Une plus grande variabilité des conditions météorologiques au cours des années 1970 en comparaison de la période précédente s'est révélée le facteur influant le plus fortement sur les tendances de rendement, mais l'impact de cette instabilité était plus prononcé dans les régions aux aptitudes les plus faibles. Du point de vue de l'évaluation des terres, par conséquent, les régions disposant des meilleures terres produisent des rendements qui sont plus fiables économiquement, de sorte qu'elles jouent un rôle stratégiquement plus important en agriculture. Elles peuvent mieux résister aux éléments de stress extérieurs comme une plus grande variabilité des conditions météorologiques, etc.

3.2 Indices de productivité

C'est en Californie (Storie, 1937) que cette méthode générale d'estimation des rendements a d'abord été utilisée, et elle a été employée depuis avec différents degrés de réussite un peu partout dans le monde.

Dans une approche innovatrice récente, Pierce et al. (1983) ont établi un indice de productivité (IP) qui combine l'évaluation

comparative du rendement aux effets à long terme de l'érosion. L'indice classe d'abord les sols selon leur aptitude à permettre la croissance et le développement des racines à l'aide d'une fonction multiplicative:

$$IP = \sum_{i=1}^{n} C.H.P.R$$

où C = réserve utile maximale suffisante

H = densité apparente suffisante

P = pH pour une croissance idéale

R = facteur de pondération pour une distribution racinaire idéale

n = nombre de couches de sol sur une profondeur de 100 cm.

On évalue ensuite les effets de l'érosion en exécutant le modèle conjointement avec l'équation de perte universelle (USLE) pour de longues périodes.

Si l'évaluation du modèle de l'IP a révélé une bonne concordance entre les rendements de maïs observés et estimés au Minnesota (figure 2), les prévisions obtenues avec le modèle ne se sont pas révélées aussi exactes avec d'autres cultures ou dans des endroits différents. Il s'agit d'un problème qui se présente souvent avec des fonctions statistiques de ce genre; les coefficients doivent être continuellement recalibrés si l'on veut refléter des environnements autres que ceux pour lesquels les fonctions ont été élaborées.

L'intégration de l'indice de productivité (IP) à l'équation universelle de perte pour estimer l'effet de l'érosion en fonction du temps présente un intérêt pour l'évaluation des terres (figure 3). Les expériences visant à mesurer l'érosion exigent beaucoup de temps et d'argent, et une méthode de ce genre offre un moyen expérimental d'évaluer la variation temporelle rapidement et à peu de frais. En outre, de nouveaux indices comme la vulnérabilité, le rendement soutenu, etc. peuvent être obtenus par l'analyse du taux de variation de l'IP dans le temps, selon divers scénarios.

3.3 Modélisation de la croissance des cultures

La modélisation de la croissance des cultures est une autre méthode qui permet d'obtenir des estimations de rendement. Son avantage est de produire des estimations probabilistes du rendement et d'inclure des évaluations d'après la variation spatiale et temporelle.

Les modèles de croissance des cultures peuvent être élaborés au moyen des techniques statistiques classiques ou par une simulation des processus les plus pertinents qui surviennent dans le système étudié ou par une combinaison des deux.

3.3.1 Les modèles statistiques

Les modèles "statistiques" sont généralement fondés sur une régression d'un échantillon de rendements en fonction d'un échantillon de données météorologiques. Des analyses linéaires simples, non linéaires et à plusieurs variables sont utilisées pour ajuster les

données de rendements aux données sur les températures et les précipitations. On passe donc sous silence des effets fondamentaux comme ceux liés à la phénologie des cultures, aux modes de gestion et aux types d'utilisations. Le système de production agroécologique est traité comme une "boîte noire" et ne peut rendre compte, par conséquent, des changements dynamiques subis par d'importantes variables d'état comme l'humidité du sol à certains stades phénologiques. On combine parfois les techniques de régression à des analyses économiques simples pour effectuer l'évaluation des terres.

Ces modèles se fondent généralement sur des valeurs moyennes et, souvent, les coefficients calculés doivent être réétalonnés lorsque le modèle est appliqué à une autre région. On les a utilement employés, toutefois, pour surveiller les variations du rendement dans le temps (Williams, 1973; Thompson, 1975) et l'on s'en sert pour établir des prévisions des productions de l'année courante (Baier, 1977).

3.3.2 Les modèles mécanistes

Les modèles "mécanistes" (modèles de simulation des cultures axés sur les processus) sont des simulations mathématiques des processus physiologiques, physiques et chimiques qui régissent la croissance des cultures. Des modèles mécanistes complexes et détaillés, comme celui de deWit (1965), sont théoriquement les plus désirables, mais ils présentent de sérieux obstacles. En effet, le nombre des variables d'entrée est élevé et le temps d'intégration est

très court. Ils sont coûteux à appliquer pour un grand nombre de combinaisons année-endroit. Le réétalonnage de ces modèles pour les adapter à de nouvelles régions est difficile en raison du grand nombre de processus simulés. Les principes qui les sous-tendent, toutefois, peuvent être appliqués utilement à l'évaluation des terres.

3.3.3 Les modèles sommaires

Les modèles "sommaires" qui respectent le principe des modèles mécanistes mais simulent seulement les processus les plus importants (biomasse aérienne, stades phénologiques, transpiration, évaporation, etc.) peuvent être utiles à l'évaluation des terres s'ils sont bien construits. Trois modèles sont détaillés ci-dessous.

La FAO a reproduit sommairement un modèle mécaniste pour le projet des zones agroécologiques (FAO, 1978) et l'a rendu fonctionnel pour un ensemble de données d'entrée facilement accessibles. Suite à quelques modifications (Stewart, 1983), il a été appliqué avec assez de succès au contexte canadien. Conjointement, une base de données exhaustive sols/climats/formes de relief/rendements réels, a été créée pour tout le Canada à une échelle de 1:5 millions (Kirkwood et al., 1983). Cette base qui comporte des données à l'échelle nationale en termes de superficies et de cultures économiquement importantes a servi à plusieurs études d'évaluation, notamment les suivantes:

1. Potentiels de production des cultures au Canada (5 cultures), (Dumanski et Stewart, 1983).
2. Dégradation des terres agricoles à grande échelle, (Coote et al., 1981).
3. Différents scénarios et potentiels de production pour les régions de culture du blé des Prairies (6 cultures), (Acton et al., 1980).
4. Différents scénarios et potentiels de production pour le Canada du centre et de l'est (8 cultures), (Nowland et al., 1982).
5. Effets des changements climatiques sur les potentiels de production des récoltes au Canada (Bootsma et al., 1984).
6. Potentiels de production forestière au Canada (une culture), (Tarnocai, 1985).

Cette base de données a aussi permis de répondre à de nombreuses demandes de renseignements relatifs aux teneurs en eau du sol, aux rendements anticipés, aux rendements en l'absence de contraintes et aux tendances des rendements des cultures dans le temps.

Même si ce système intégré (base de données et modèle) s'est révélé utile, il présente d'importantes contraintes. D'abord, l'échelle de la base de données de 1:5 millions est trop petite; il faudrait disposer de renseignements plus précis pour des études autres que nationales. En ce qui a trait au modèle, sa principale limite est qu'il ne peut facilement être modifié, qu'il n'évalue pas les effets des intrants de gestion, et que sa précision de $\pm$ 20 % est

insuffisante. De plus, les rendements anticipés ne sont pas exprimés sous forme de probabilités. Malgré ces lacunes, ce système a été considéré, parmi tous les systèmes canadiens, comme la source des estimations les plus fiables sur les rendements potentiels des récoltes (LEG, 1985). La base de données et le modèle font partie des composantes analytiques centrales d'un système intégré d'évaluation des terres pour le Canada.

Deux autres modèles "sommaires" offrant des possibilités intéressantes pour l'évaluation des terres, EPIC et PIXMOD, ont été récemment mis au point. Le modèle EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator) simule la productivité potentielle en termes des processus chimiques et physiques les plus importants qui, par leur action dans les sols et les plantes, influent sur la croissance des cultures (Williams et al., 1983). Le modèle donne des estimations de productivité pour le maïs, les céréales d'hiver et de printemps, le tournesol, le soja, la luzerne, le coton, les arachides et les graminées. Il incorpore différents types de labourage et toute une gamme de techniques de récolte qui extraient à différents degrés les résidus dans les champs. Il calcul l'impact possible de l'érosion sur la productivité et sur les quantités d'engrais requis pour corriger les déficits en éléments nutritifs qui résultent de cette érosion. On s'est servi du modèle EPIC pour mettre au point un indice érosion-productivité (EPI) qui indique la vulnérabilité d'un sol face à l'érosion.

Le modèle PIXMOD (Productivity Index Model) a été développé spécialement en vue de servir aux études d'évaluation des terres dans

les régions de culture du blé de l'Ouest canadien (Onofrei et Smith, 1985). Ce modèle tient compte des limites des sols et d'autres facteurs restreignant la croissance, comme la texture et la matière organique, le stress découlant du déficit de transpiration, les obstacles au drainage superficiel, les nappes phréatiques élevées, ainsi que le stress résultant d'une carence en azote. Il prend aussi en considération l'effet de la gestion du sol en estimant une date d'ensemencement optimale fondée sur la température et l'humidité du sol, et en précisant le taux de fertilisation à l'azote pour chaque exécution du modèle.

Testé au Manitoba, le modèle a prévu le rendement en grains avec une marge d'erreur inférieure à 5 % lorsque toutes les variables d'entrée étaient mesurées (figure 4, scénario 1), et inférieure à 10 % lorsque les propriétés des sols étaient estimées à partir des données des inventaires des sols justifiant ainsi l'utilisation de ces rapports (figure 4, scénario 2) comme données d'entrée au modèle.

On a démontré la possibilité d'application du modèle en simulant le rendement en blé pour 30 séries de sols se trouvant au voisinage de trois stations météorologiques situées dans différents environnements de culture du Manitoba. Après avoir établi les distributions de fréquence du rendement annuel pour chaque série, on a pu constitué 20 groupes individuels d'évaluation des terres classés selon leurs probabilités de rendement. Cette méthode a permis la création d'une base de données dans laquelle des groupes de sols semblables sont décrits en termes de probabilités de rendement, avec une représentation temporelle et spatiale appropriée.

Le modèle PIXMOD démontre qu'une technique de simulation peut servir aux fins de l'évaluation des terres, en permettant d'établir des séries complètes de rendements pour toute combinaison désirée de conditions météorologiques, de sol et de mode de gestion. Ces données peuvent ensuite être réagencer selon le niveau de probabilité souhaité. Il est ainsi possible de transformer des données sur les rendements anticipés en indices de productivité, ou encore, par l'insertion de facteurs de coûts, en valeurs de bénéfices. Une telle simulation peut être effectuée à une fraction du coût d'expériences sur le terrain, et en beaucoup moins de temps.

4.0 Conclusion

Un bon estimateur de rendements utile à l'évaluation des terres devrait:

- être fiable en termes d'estimés des rendements sur une base annuelle, à long-terme et potentielle;
- prendre en considération les techniques culturales;
- s'appliquer aux principales cultures;
- être facile d'utilisation à un faible coût d'opération;
- fournir des estimés aussi bien déterministes (précis) que stochastiques (probabilités).

Parce que les décisions sont souvent politiques et empreintes d'émotivité, les méthodes d'évaluations des terres doivent être capables de s'adapter aux besoins particuliers des régions et de

proposer des alternatives basées sur une forme coût/bénéfice et ce, plus rapidement que par le passé. En ce sens, l'approche par les modèles "sommaires" semble très prometteuse.

5.0 Bibliographie

Acton, D.F., J. Dumanski et R.B. Stewart. 1980. Land resources of the prairie provinces for grain production. Prairie Production Symposium. Commission canadienne du blé, Winnipeg.

Baier W. 1977. Crop yield models and their use in yield assessments. Notes techniques 151. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse. 48 p.

Beek, K.J. 1980. From soil survey interpretation to Land evaluation. Part 1. From the past to the present. Soil Surv. and Land Evaluation.

Bootsma, A., W.J. Blackburn, R.B. Stewart, R.W. Muma et J. Dumanski. 1984. Effets possibles des variations climatiques sur les rendements culturaux estimés au Canada. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa. 34 p.

Coote, D.R., J. Dumanski et J.F. Ramsey. 1981. An assessment of the degradation of agricultural lands in Canada. Research Branch, Agriculture Canada. 84 p.

Dumanski, J., A. Bootsma et V. Kirkwood. 1986. A geographic analysis of grain corn yield trends in Ontario, using a computerized land information base. Can. J. Soil Sci. (sous presse).

Dumanski, J. et R.B. Stewart. 1983. Crop production potentials for land evaluation in Canada. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa. 80 p.

FAO. 1978. Rapport sur le projet relatif aux zones agroécologiques. Vol. 1: Méthodologie et résultats pour l'Afrique. Rapports sur les ressources en sols du monde. 48/I, FAO, Rome.

Kirkwood, V., J. Dumanski, K.B. MacDonald, R.B. Stewart et B. Gronas. 1983. The land potential data base for Canada. User's Manual. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa. 65 p.

LEG (Land Evaluation Group). 1985. Development of the Prototype Canadian Land Evaluation Systems. Publ. No. LEG-23. University of Guelph, Guelph. 79 p.

Nowland, J.L., J. Dumanski, R.B. Stewart et W.J. Saidak. 1982. Production base and production potential of the eastern grains industry. Eastern Grain Conference, Conseil des grains du Canada, Winnipeg.

Onofrei, C. et R.B. Smith. 1985. A land productivity assessment procedure using simulation techniques. Dept. of Soil Sci., Univ. du Manitoba, Winnipeg, 217 p.

Pierce, F.J., W.E. Larson, R.H. Dowdy et W.A.P. Graham. 1983. Productivity of soils: assessing long-term changes due to erosion. J. Soil and Water Cons. 38: 39-44.

Shields, J.A. et W.S. Ferguson. 1975. Land resources, production possibilities and limitations for crop production in the prairie provinces. In J.T. Harapiak, Ed. Oilseed and Pulse Crops in Western Canada - A Symposium. Modern Prices, Saskatoon. 115-157.

Smit, B., M. Brklacich, J. Dumanski, K.B. MacDonald et M.H. Miller. 1984. Integral land evaluation and its application to policy. Can. J. Soil Sci. 64: 467-479.

Stewart, R.B. 1983. Modeling methodology for assessing crop production potentials in Canada. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa. 29 p.

Storie, R.E. 1937. An index for rating the agricultural value of soils. Bull. no. 556, Berkeley, California.

Tarnocai, C. 1985. Contributions of soil information by LRRI to development of scale. In W.D. Holland, ed., Proceedings of Canadian Forestry Service Working Group on site classification. Service canadien des forêts, Edmonton, Alberta, p. 99-112.

Thompson, L.M. 1975. Weather variability, climate change and grain production. Science 188: 535-541.

Williams, G.D.V. 1973. Estimates of prairie provincial wheat yields based on precipitation and potential evapotranspiration. Can. J. Plant Sci. 53: 17-30.

Williams, J.R., K.G. Remard et P.T. Dyke. 1983. EPIC: A new method for assessing erosions effect on soil productivity. J. Soil and Water Cons. 38: 381-384.

Figure 1: Tendance des rendements de maïs entre 1961 et 1982 en Ontario.

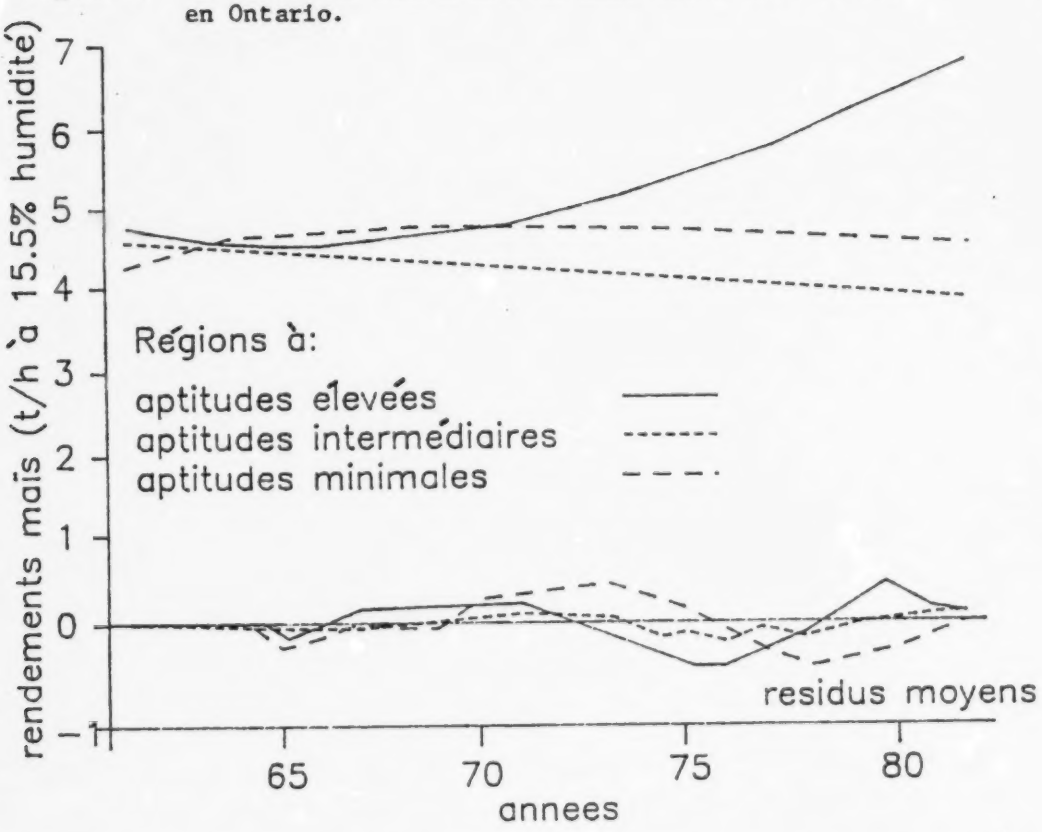


Figure 2: Evaluation de l'indice de production sur les rendements de maïs au Minnesota.

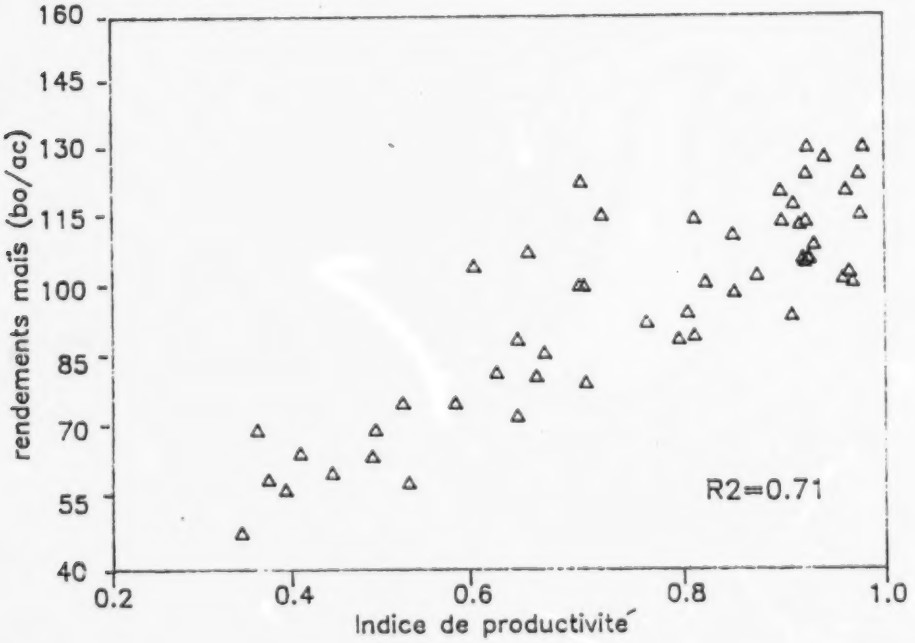


Figure 3: Estimation de l'érosion à partir de l'indice de productivité (PI).

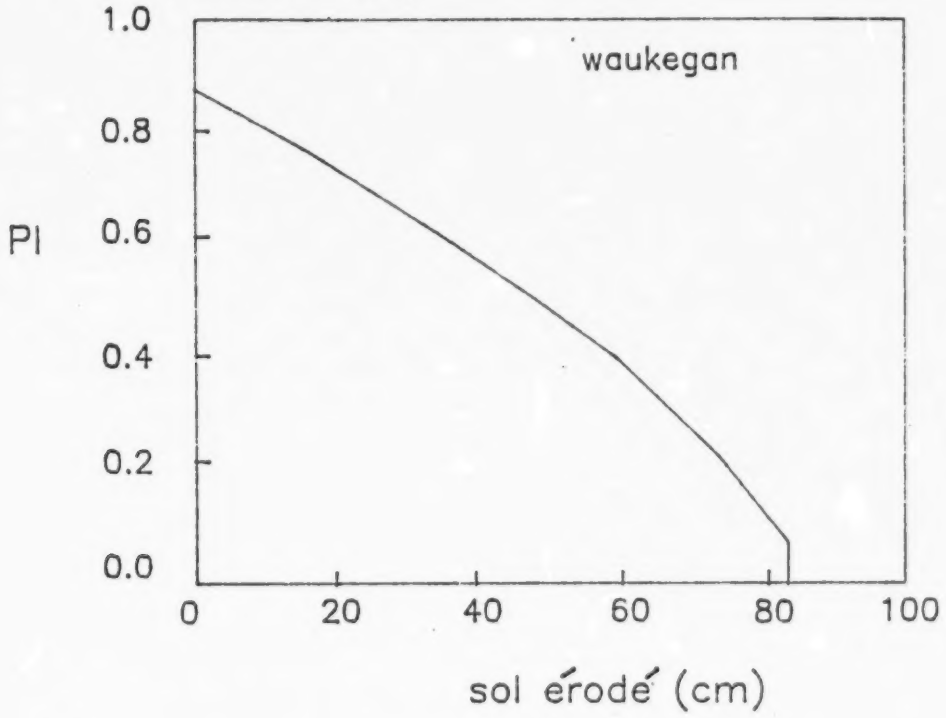
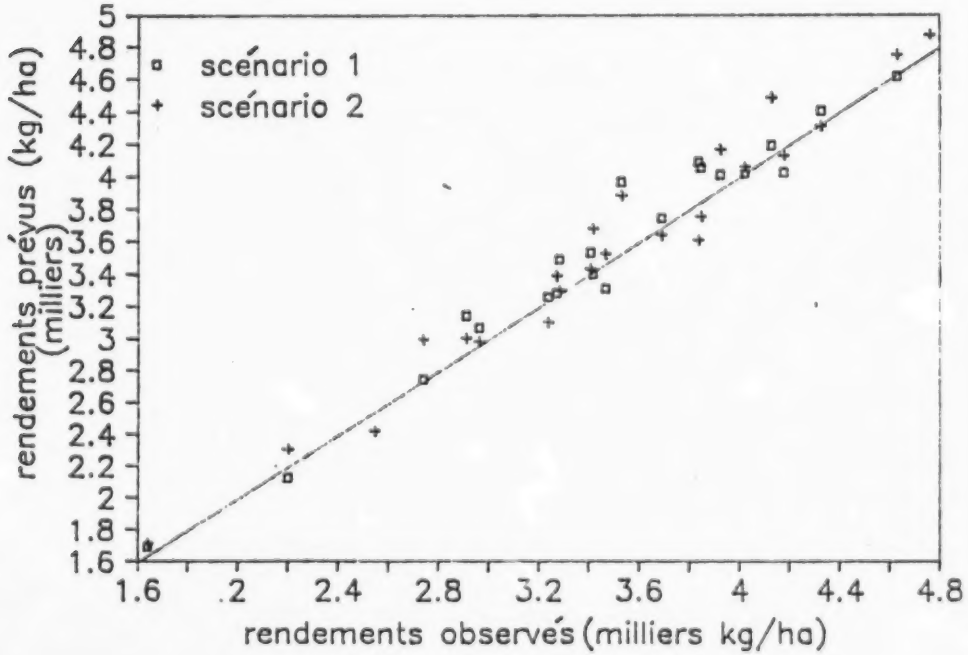


Figure 4: Evaluation du modèle PIXMOD à l'aide des rendements de maïs du Manitoba.



POINT DE VUE DES BUREAUX LOCAUX ET REGIONAUX

Conférence

présentée par

Yvon Pesant, géographe

Bureau régional du Richelieu
Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêcheries du Québec
Saint-Hyacinthe (Québec)

AVANT PROPOS

D'abord et avant tout, j'aimerais remercier les penseurs et organisateurs de ce colloque pour la belle occasion qu'ils nous offrent de nous rencontrer, et de nous raconter un peu.

Toutes nos excursions sur le terrain avec les membres de l'équipe pédologique fédérale ont été un plaisir consommé tant par l'enseignement que nous en avons retiré que par l'agréable souvenir que nous en gardons.

Aujourd'hui, avec le C.P.V.Q., c'est beaucoup l'officialisation des résultats de tous ces fructueux échanges. Aujourd'hui, nous dépassons le stade de l'élégante discussion pour une inscription formelle de nos commentaires sur:

- notre appréciation générale du travail accompli et,
- notre évaluation professionnelle de celui qui reste à venir.

À ce sujet, les propos que je vous livre ici sont ni plus ni moins une synthèse des observations recueillies auprès des membres de notre équipe régionale. Et c'est à titre de porte-parole de ce groupe de travail que je m'adresse à vous.

INTRODUCTION

Comme c'est le cas pour tous les utilisateurs réguliers des études pédologiques, nos besoins d'informations précises en cette matière sont à la fois nombreux et très diversifiés. Nos champs d'intervention le sont également.

L'agriculture régionale et québécoise, quelle qu'elle soit, est en constante évolution. Nous avons à répondre adéquatement à des producteurs agricoles toujours mieux renseignés et, j'oserais dire, toujours plus exigeants scientifiquement parlant. Il est certainement très sain qu'il en soit ainsi, car cela nous oblige au perfectionnement continu, mais pour y arriver, il nous faut pouvoir appuyer notre jugement sur des données les plus fiables et plus les détaillées possibles.

Nos principaux objectifs de travail se regroupent autour d'une grande idée commune: donner le meilleur service possible à notre clientèle tout en promouvant les orientations du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Même si la chose n'est pas toujours facile, c'est ce que nous tendons à développer de mieux en mieux dans l'administration des programmes du M.A.P.A.Q. aux niveaux local et régional.

Quant à elles, nos activités sur le terrain sont vraiment multiples. Dans les cultures, nous intervenons à partir du travail du sol jusqu'à la récolte, en passant par la fertilisation (engrais chimiques) et la lutte contre les ennemis naturels des plantes cultivées (pesticides chimiques). Dans les différents types d'élevage, nous intervenons à partir de la planification de la naissance des bêtes jusqu'à la planification de leur décès plus ou moins

prématuré. Entre les deux, nos agronomes, technologistes et ingénieurs travaillent aussi au confort des animaux tant du point de vue logement, que du point de vue alimentation et soins généraux à donner au troupeau.

Dans un cas comme dans l'autre, on recherche la productivité maximale des plantes commerciales ou fourragères et cela suppose une régie plutôt intensive des terres exploitées. Dans cette optique, nous avons toujours besoin de mieux connaître la capacité de ces dernières à supporter telle ou telle charge agricole.

Au delà de ces considérations sur la flore et la faune domestiquées, nous avons aussi bien d'autres préoccupations eu égard notamment à la promotion des produits et à la vulgarisation des renseignements obtenus, à la relève agricole et à la place des femmes dans le nouveau pattern rural, à l'économie et à la gestion des entreprises, au génie rural (constructions et dépendances, machineries,...), à l'hydraulique agricole dans son ensemble (drainage souterrain, creusage de fossés et de cours d'eau, irrigation, contrôle de nappe,...), à l'arrangement des planches, à l'aménagement intégré du territoire et à la conservation des sols. Autant de domaines où notre expertise, encore une fois, doit pouvoir s'appuyer sur des résultats d'études scientifiques conduites pour satisfaire aux besoins immédiats du champ et sur des recherches comportant une ouverture sur les perspectives d'avenir en agriculture.

SUJET

Petite histoire

Est-il pensable que dans une région aussi puissamment agricole que la nôtre, jusqu'à tout récemment, nous ne pouvions compter que sur deux études complètes, celles des comtés de Missisquoi et de Bagot, publiées respectivement en 1948 et 1959, pour nous instruire de la valeur agronomique de nos sols. Pour le reste du territoire, c'est-à-dire pour les comtés de Richelieu, Saint-Hyacinthe, Verchères, Chambly, Rouville et Iberville, qui fait désormais partie de la région 07, nous ne possédions que les vieilles cartes de sols datant de 1942.

Ce n'est un secret pour personne, cette première génération de cartes manquait foncièrement de précisions et ne nous servait plus qu'à titre indicatif. Le gros des recommandations se faisait sur la foi des renseignements continus dans les analyses de sol ou de ceux tirés des producteurs eux-mêmes. Inutile d'insister longtemps pour vous dire que cette nouvelle génération de cartes qu'on nous propose maintenant, ainsi que les documents qui les accompagnent, étaient attendus avec impatience.

À notre connaissance, c'est dès le début des années soixante que des besoins en ce sens ont été exprimés clairement et que les demandes écrites ont suivi. Avec le développement moderne de toutes nos productions agricoles et, surtout, avec l'avènement des cultures commerciales et industrielles sur une base toujours plus large chez nous, c'est avec toujours plus d'insistance que nous aussi avons demandé la préparation de nouvelles études pédologiques

et ce, jusqu'à la signature de l'entente que l'on sait entre les deux paliers de gouvernement.

Nous sommes heureux de cette entente et, je ne vous le cacherai pas, nous sommes très satisfaits d'être servis les premiers. Notre sentiment de frustration s'estompe au fur et à mesure de l'arrivée des nouveaux documents ... ou de leurs compléments, à l'occasion. Maintenant que nous avons goûté au produit nous voulons bien vider le pot.

Utilisation des documents

Compte tenu de nos responsabilités et activités professionnelles, telles que je vous les ai décrites tout à l'heure, nous trouvons certainement de nombreuses applications pratiques ou théoriques aux données qui nous viennent des études portant sur nos sols. C'est le cas quand nous parlons de planification et de développement régional. Et c'est le cas quand nous cherchons à améliorer la régie des champs et des cultures que nous connaissons déjà ou quand nous songeons aux cultures en régie intensive et que nous avons à discuter avec les producteurs des possibilités qu'offrent leurs sols à cet égard.

Alors, on imagine bien que c'est doublement le cas quand il est question de mettre en valeur des terres boisées, laissées en friche ou sous exploitées depuis belle lurette. Il en va de même pour l'implantation de "nouvelles cultures" comme la fève soya, les haricots secs, les céréales d'hiver et d'autres encore. Les superficies des cultures dites alternatives se sont accrues substantiellement ces dernières années. Rapidement, il nous faut pouvoir identifier les sols les plus propices et développer les meilleures techniques d'aménagement et de production pour rentabiliser toutes ces opérations.

La culture continue du maïs grain ou fourrager et les pratiques culturales qu'elle suppose, sur d'immenses étendues en ce qui nous concerne, nous ont occasionné bien des problèmes de dégradation des sols qu'il s'agisse:

- de la baisse du taux de matière organique "de qualité"
- de déstructuration
- du tassement du sol (compaction)
- d'érosion hydrique ou éolienne
- d'acidification ou
- de contamination biologique (maladies, insectes) et chimiques (engrais, pesticides)

Aussi, croyons-nous bon de remplacer en partie cette culture par une autre qui s'intègrera bien dans un système de rotation. Et nul doute que les études pédologiques ont un rôle important à jouer pour nous assurer du succès de ce genre d'entreprises.

Nous avons aussi de grands besoins d'information par rapport au drainage superficiel ou souterrain des terres vu principalement:
- nos conditions climatiques du printemps et de l'automne, qui sont généralement pluvieuses comme vous le savez

- nos différents types de sols naturellement mal égouttés et
- une régie de cultures qui exige souvent des entrées hâtives et des sorties tardives des champs, dans des conditions de terrain qui peuvent vite devenir très difficiles.

Plus ou moins paradoxalement, nous avons aussi de grands besoins d'information concernant l'irrigation et le contrôle possible de la nappe d'eau. Nous connaissons année après année des périodes de déficits hydriques qui se présentent vers des stades critiques de développement de telle ou telle plante cultivée, comme le maïs grain, qui peut constituer la principale source de revenus désormais sur les fermes.

C'est dire dans l'ensemble qu'il nous faut connaître les principales caractéristiques des sols pour être en mesure de mieux évaluer leur comportement éventuel face aux différentes formes d'utilisation. Dans ce sens, une étude pédologique récente est certainement un outil de travail très pratique pour l'analyse et l'interprétation de nos observations sur le terrain.

Appréciation

C'est d'emblée que tous et toutes parmi nous avons exprimé notre grande satisfaction au regard des documents que nous avons reçus jusqu'ici qu'il s'agisse:

- des études semi-détaillées avec des cartes à l'échelle du 1:50000e (Chambly et Rouville)
- des études préliminaires avec des cartes à l'échelle du 1:20000e (Richelieu, Verchères, et Saint-Hyacinthe (à compléter)) ou
- des rapports "finals" avec cartes au 1:20000e (Richelieu et Verchères)

Nous apprécions au plus haut point la grande précision des nouvelles cartes de sol et le fait que l'échelle retenue (1:20000e) nous permet un repérage rapide des fermes visées par notre recherche de renseignements. C'est un fait cependant qu'en retenant la mosaïque de photographies aériennes plutôt qu'un fond de carte cadastrale quelques lots peuvent être portés disparus. Néanmoins, on peut quand même facilement extrapoler l'information souhaitée et cela ne nous a pas posé de problèmes majeurs, pas jusqu'à ce jour du moins.

Pour ce qui est des documents d'accompagnement, nous convenons volontiers du grand intérêt scientifique du volume #2 des rapports "finals" et de l'importance d'une telle publication. Cette partie de l'ouvrage permet de comparer notre propre système de classification avec ceux des autres contrées, d'une part, et nous renseigne, d'autre part, sur les propriétés des séries de sols rencontrées dans le secteur à l'étude.

Mais vous comprendrez tout aussi volontiers que les profanes que nous sommes en trouvent la lecture plutôt ardue et restent généralement assez peu familier avec la notion de structure polyédrique subangulaire d'un gleysol humique orthique présentant un horizon Bg ayant lui-même une teinte de 2,5 Y ou 5 Y, une luminosité de 4 à 6 et une saturation de 1 à 3. Les plus initiés, eux, auront certainement reconnu la série de Saint-Laurent et nous les en félicitons.

Quant à nous, c'est définitivement le volume #1 qui nous sert le mieux pour l'interprétation agronomique des données pédologiques. C'est le document qui nous permet de mieux connaître les processus de formation ou de déposition de nos sols. C'est lui aussi qui répond le mieux à nos différents besoins d'information comme ceux déjà exprimés et touchant tout spécialement:

- la description des sols dans tout le profil
- leur niveau de fertilité par rapport à certains éléments majeurs ou mineurs (P, K, Mg, Ca), à la matière organique, au pH,...
- leur comportement par rapport à l'élimination des eaux de surplus et à la conservation de l'eau utile
- leur potentiel agricole face à une régie intensive en grandes cultures
- les travaux d'aménagement requis et
- les techniques de conservation à préconiser pour contrer les problèmes de dégradation.

C'est donc lui qui nous sert d'outil de compréhension et de vulgarisation, entre nous autres tout comme auprès de notre clientèle.

Travaux et recherches à venir

Bien sûr, il serait très intéressant pour nous que les comtés de Bagot et de Missisquoi soient aussi couverts par les travaux en cours. Non pas que les gens de ces deux comtés soient particulièrement jaloux de leurs confrères et consoeurs des autres secteurs ou que les ouvrages qu'ils détiennent soient mauvais, mais, comme tout le monde, ils reconnaissent volontiers la qualité du travail accompli récemment et l'importance des nouveaux éléments retenus dans cette nouvelle grille d'analyse des sols de la région.

À côté de cela, nous souhaiterions grandement que soient construites toutes sortes de cartes thématiques dérivées des cartes et études pédologiques. Les sujets que nous aimerions voir ainsi traités sont surtout les suivants:

- identification des cultures permises, selon les types de sols,
- déficits ou bilans hydriques ou encore capacité de réserve en eau utile des sols,
- cartographie des matériaux sous-jacents compte tenu de leurs pouvoirs ou faiblesses particulières et des facteurs limitatifs qu'ils peuvent présenter,
- dégradation et conservations des sols.

En région agricole du Richelieu, déjà à partir des documents préliminaires, nous avions commencé à construire des cartes synthèses selon quelques grands groupes texturaux pour nous permettre:

- de mieux percevoir la genèse de nos sols;
- de repérer rapidement les zones les plus sensibles aux déficits hydriques et possiblement de voir à une meilleure gestion de l'eau dans ces milieux; et aussi
- d'identifier les problèmes potentiels de dégradation compte tenu des principales caractéristiques des sols en place.

Malheureusement, nous ne disposons pas des ressources suffisantes ni du temps matériellement nécessaire pour donner toutes les suites logiques à ce projet, qui respte perfectible à bien des points de vue, soit dit en passant.

Par ailleurs, à la base, nous affectionnons toujours la conduite d'expériences dans nos propres conditions de terrain. Des expériences ou des recherches:

- comme celle du Docteur Broughton, et de ses assistants du Collège Mac Donald à Sainte-Victoire, qui porte sur les possibilités d'irrigation souterraine en terre sableuse;
- comme celle du groupe Soconag Inc, avec Monsieur Marc-Antoine Pelletier, à Saint-Barnabé, qui porte sur l'intérêt du contrôle de nappe et de l'irrigation par aéroaspertion en cultures commerciales; ou
- comme celle de Monsieur Ken Denholm, étudiant post-gradué de l'Université Laval, qui porte spécialement sur la productivité de différents types de sols du comté de Richelieu au regard de cultures commerciales, encore une fois.

C'est ce genre d'études, notamment celles sur la productivité et la saine gestion de nos sols, que nous aimerions voir se multiplier en région, car c'est avec les résultats probants de projets de recherche comme ceux-là que nous pouvons avancer toujours plus loin dans la bonne direction.

Nos attentes sont toujours aussi fortes face aux différentes formes de collaboration possible. Tous autant que nous sommes, nous apprécions grandement le passage de spécialistes chez nous dans la mesure où il nous est permis d'échanger avec eux sur les différentes composantes du territoire où nous oeuvrons. En cela, nous levons tous notre chapeau bien haut devant les gens de l'équipe pédologique fédérale qui ont toujours su garder le contact avec les membres de notre personnel en région.

Enfin, pour terminer là-dessus, je vous soulignerai notre besoin permanent de parfaire nos connaissances et notre compréhension des grands principes pédologiques. Il va de soit que dans une région comme la notre où les revenus des producteurs agricoles sont de plus en plus liés directement à la quantité et à la qualité de la récolte végétale, nous ne pouvons aucunement nous permettre de négliger ces grands principes, encore bien moins de les ignorer.

Donc, ce que nous souhaiterions ultimement, c'est de pouvoir bénéficier de cours de perfectionnement pour tous ceux et celles d'entre nous qui sont confrontés quotidiennement aux réalités du champ. Appartient-il aux membres de l'équipe pédologique fédérale, à ceux du service provincial de recherche en sol ou à des ressources extérieures de nous prodiguer un tel enseignement? La question est lancée et il va de soi que nous attendons une réponse qui soit à la mesure de notre grande soif de savoir et de tout comprendre.

TABLEAUX ET DIAPOSITIVES

ÉVOLUTION DES SUPERFICIES EN GRANDES CULTURES

RÉGION AGRICOLE DU RICHELIEU (06) *

	HECTARES		
CULTURE	1971	1981	1986
Maïs grain	29 809 (53%)	77 886 (35%)	98 937 (42%)
Blé	5 869 (37%)	17 009 (42%)	22 781 (41%)
Orge (Grain)	3 162 (21%)	15 643 (15%)	20 552 (13%)
Avoine (Grain)	36 184 (13%)	15 198 (10%)	5 979 (7%)
Céréales mélangées	6 842 (14%)	9 997 (20%)	4 300 (14%)
Maïs fourrager	15 137 (29%)		14 542 (24%)
Tout foin	104 676 (10%)	74 185 (8%)	69 448 (7%)
Soya		745 (52%)	1 772 (40%)

* Avec le Comté d'Iberville

DÉGRADATION DES SOLS

PRINCIPAUX PHÉNOMÈNES OBSERVÉS EN RÉGION

- BAISSE DU % DE MATIÈRE ORGANIQUE (1 à 3%)
  (PRÉOCCUPATION MAJEURE ET VIVE INQUIÉTUDE)

- COMPACTION (PLUS GRANDE SENSIBILISATION) (PERTE DE 15 À 30%)

- DÉCROCHEMENT DE TALUS ET RAVINEMENT
  (MESURES DE MITIGATION À L'ESSAI)

- ÉROSION HYDRIQUE EN NAPPE ET EN RIGOLE (25 à 50 t/ha/an)
  (DANS LES PENTES ET EN BORDURE DES CHAMPS)

- ÉROSION ÉOLIENNE (SOLS SABLEUX, ORGANIQUES ET AUTRES)

- ACIDIFICATION (RÔLE DE LA CHAUX)

- TRANSPORT DE SÉDIMENTS (POLLUTION DES EAUX PAR LES SOLS,
  ENGRAIS, PESTICIDES,...)

QUELQUES PROPRIÉTÉS DE CHAMPS CULTIVÉS EN MAÏS GRAIN DEPUIS PLUSIEURS ANNÉES

RÉGION DE SAINT-HYACINTHE

Nombre de mesures	Texture	Épaisseur horizon Ap (cm)			Matière organique (%)		
		Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum
21	loam sableux	29	15	41	1,4	0,4	1,9
13	loam sableux	28	25	36	0,8	0,4	1,2
15	loam sableux	24	15	26	0,8	0,3	1,2
18	loam sableux	25	15	39	3,9	2,1	6,3
12	sable	26	15	39	2,1	0,9	2,8
7	argile	19	15	30	0,4	0,2	0,9
6	argile	28	20	41	2,2	1,2	2,9
8	argile	25	15	38	1,5	0,5	1,9

Source: DeKimpe, Laverdière, Ziska, 1981

POINT DE VUE DU PRODUCTEUR

Conférence

préparée par

Réjean Lavallée, producteur agricole
Lina Lavallée, productrice agricole
Alain Lavallée, producteur agricole
Lucie Cadieux, agro-économiste

Saint-Marc-sur-Richelieu

Bonjour,

Il me fait plaisir de venir vous parler de mon point de vue d'agriculteur face a l'utilisation des cartes pédologique.Je me présente donc, je me nomme Réjean Lavallée,producteur agricole,j'exploite en société avec mon épouse et notre fils Alain,la ferme BELVALLEE ENRG.L'entreprise est de type familial.C'est une entreprise laitière et céréaliere et le travail est réparti entre les membres de la famille et un travailleur à temps plein.La ferme est située à St-Marc sur le Richelieu dans le comté de Verchères et nous faisons partie du Syndicat de gestion agricole Richelieu/St-Laurent.Toute la gestion de l'entreprise est faite en collaboration avec les conseillères du SGA.

Comme la pédologie est l'étude du sol et ses éléments constitutifs,l'agriculteur averti a necéssairement besoin des cartes pédologiques pour faire une gestion efficace de ses sols.Les cartes actuellement disponibles sont donc des outils de gestion essentiels pour nous permettre de prendre des décisions rapides et éclairées.Prenons si vous le voulez bien quelques exemples pratiques nous permettant de bien visualiser dans quelles occasions les cartes de sols nous ont amené à prendre ou modifier une décision en fonction des objectifs de l'entreprise.

I-LE DRAINAGE SOUTERRAIN

Lorsqu'on doit envisager un investissement au niveau du drainage pour un champs en particulier,on a souvent tendance a choisir la parcelle a drainer en foncion des difficultés qu'elle présente pour la préparation du sol ou à la récolte.Par exemple;si elle se travaille très tard au printemps ou si on a de la difficulté à passer avec la machinerie de récolte à l'automne à cause d'un excès d'eau.Les cartes pédologiques nous servent ici à déterminer si ce champs a besoin d'un drainage souterrain ou si un drainage de surface est suffisant.En connaissant exactement ou à peu de chose près le sous-sol et le substratum de cette parcelle nous sommes donc en mesure d'évaluer quel type de drainage ou de travaux répondra le plus efficacement aux problèmes énumérés plus haut.Vous pouvez imaginer sans peine les montants d'argent en jeu.

II-L'ACHAT D'UNE TERRE

En 1985,nous avons eu l'opportunité d'acheter une ferme céréalière dans la région.La terre était considérée comme étant une terre a haut potentiel agricole soit un sol de loam sableux propice a la culture du maïs grain.Après étude de la carte pédologique nous avons été à même de constater qu'une certaine étendue était très pierreuse et qu'une partie de la ferme était constituée d'un sol d'une série Dujour 4 dont la surface est un loam argileux ,le sous-sol :un loam argileux à

argile et le substratum:une argile lourde,massive et collante.Comme notre budget prévisionnel était fait en fonction d'un loam sableux et d'un rendement de maïs grain potentiellement réalisable sur un tel type de sol nous avons dû reconsidérer nos prévisions en nous basant sur les résultats de l'étude du sol et par le fait même diminuer les rendements en maïs grain.La différence de rendement annulait la rentabilité du projet donc abandon dudit projet.Il est intérressant de noter qu'au cours de la même année nous avons analyser un autre projet d'achat de terre et que l'étude des cartes a eu ici l'effet inverse,c'est-à-dire qu'après étude des types de sols et des différentes séries nous avons constater que les sols n'apportaient aucune restriction quant aux cultures envisagéeset que le pourcentage de matière organique était bon.De plus ces types de sol répondaient bien au drainage souterrain.Avec ces données nous avons pu établir la rentabilité potentiel d'un tel investissement et nous avons acquis cette ferme dans le courant de l'année 1985.Aujourd'hui,avec du recul,je peux vous affirmer que ces prises de décisions se sont averées exactes,la ferme est rentable.

III-LES CARTES PEDOLOGIQUES ET LE SGA

En 1984,lorsque le syndicat de gestion bénéficiait du programme défi,nous avons engagé une équipe de jeunes ayant le mandat d'agrandir les cartes de sol correspondant à chacune des fermes du Sga.

L'objectif visé était de permettre la localisation de différents types de sol pour un champs donné afin de nous amener à faire une gestion plus efficace de nos sols en fonction des principaux descripteurs analytiques de la couche de surface des différentes séries.Les producteurs étaient conscients que certaines bandes de parcelles ne donnaient pas les rendements optimum qu'elles auraient dû produire.Avec l'agrandissement des cartes,ils ont pu constater que certaines parcelles étaient constituées de plusieurs séries.Ils ont donc été en mesure de modifier leurs méthodes culturales et l'application d'intrants.

IV-LA REGIE DES SOLS

L'utilisation des cartes pédologiques nous a permis de faire une régie plus poussée de nos champs.Nous avons retranscrit les cartes sur notre plan de terre en y traçant le contour des différentes séries.Nous avons pris nos échantillons de sols pour fin d'analyses dans chaque type de sol à l'intérieur de la même parcelle.Les analyses de sols ont démontré que le PH d'une parcelle pouvait varier de 4.8 à 7.3.L'analyse globale de cette même parcelle nous donnait un PH de 6.5.Il est impensable d'obtenir des rendements optimums dans cette parcelle sans faire une régie sectorielle.Le PH n'est ici qu'un exemple,mais ceci s'applique aussi au phosphore et à la potasse.On peut imaginer que dans un avenir rapproché on pourra aussi s'en servir

pour la correction des éléments mineurs.Avant,sur l'entreprise,la régie des sols se faisait par parcelle maintenant elle se fait par type de sol.Présentement,on constate que les résultats qu'on obtient avec cette nouvelle régie sont positifs:rendements uniformisés à l'intérieur d'une même parcelle et par conséquent augmentation de rendement.Il ne faut pas penser que ce travail ne requiert pas de temps et d'attention,bien au contraire.Mais nous sommes convaincus que ceci aura des répercutions intéressantes à moyen et long terme.

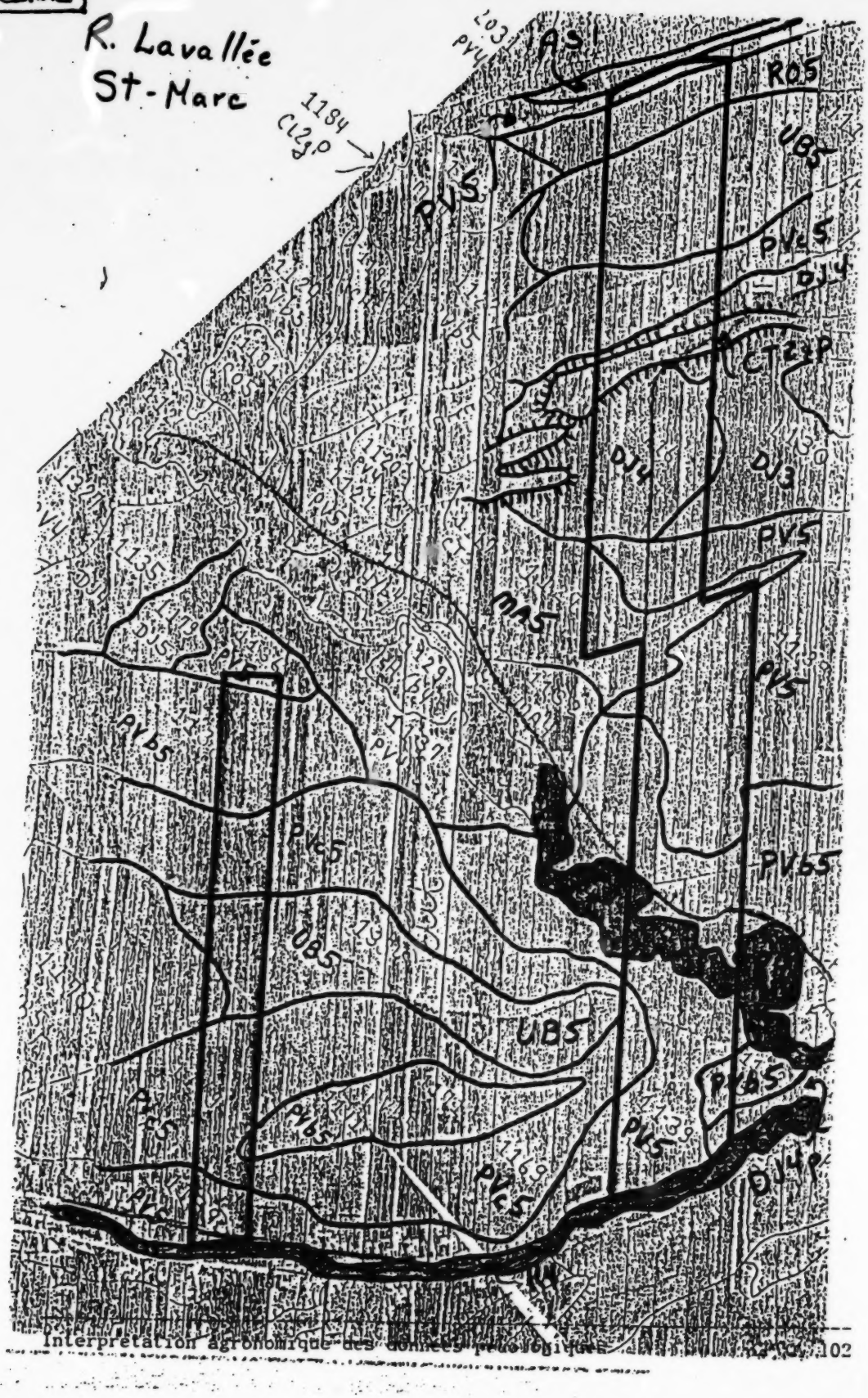
V-LES CARTES PEDOLOGIQUES ET LA MRC

Je fais parti du comité agricole de la MRC de la Vallée du Richelieu.Je me suis rendu compte que l'objectif de la MRC au point de agricole était plus axé sur la protection du territoire que sur son développement.Il m'est alors venu à l'idée de constituer un comité pour aider au développement du territoire agricole toujours en prenant pour acquis que 95% du territoire couvert par la MRC de la Vallée du Richelieu est agricole.Avec l'aide du MAPAQ et de l'équipe pédologique fédérale d'Agriculture Canada il nous serait possible d'utiliser les cartes pédologiques pour inventorier le potentiel agricole de la MRC et ainsi permettre l'implantation de nouvelles cultures et même possiblement la réorientation des cultures déjà en place.

Etant donné que l'agrandissement des cartes

pédologiques par photocopies ne répondent pas très bien à nos attentes car non précises,il est à souhaiter qu'Agriculture Canada débloque des budgets pour permettre à l'équipe fédérale du Québec de faire des cartes à une echelle de 1:5000 chez les producteurs qui le désirent.Je suis convaincu que le développement de l'agriculture passe avant tout par la gestion poussée et réfléchie de toutes les ressources de l'entreprise y incluant la ressource sol.Je souhaite que la collaboration entre les chercheurs de l'équipe pédologique fédérale du Québec et les agriculteurs se poursuive pour notre bien-être et celui de l'agriculture.Je tiens à remercier l'équipe pédologique pour le travail effectué avec les agriculteurs du Québec et de m'avoir permis de donner mon point de vue sur l'utilisation possible des cartes dans ma profession.

MERCI DE VOTRE ATTENTION.


R. Lavallée
St-Marc
1184
CL2P
PV4
AS1
RO5
UB5
PV5
PVC5
DJ4
CT2P
DJ3
MA5
PVB5
UBS
DJ4P

POINT DE VUE DU CREDIT AGRICOLE

Conférence

présentée par

Roch Côté

Office du crédit agricole du Québec
Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêcheries du Québec
Saint-Hyacinthe

INTRODUCTION

Je ne saurais dissimuler le plaisir d'apporter ma contribution à cette journée d'information scientifique sur l'interprétation agronomique des données pédologiques.

Je n'ai pas la prétention d'être un spécialiste en pédologie, loin de là, notre analyse des sols est plutôt basée sur des données factuelles et par une consultation de vos données scientifiques.

Les grands objectifs poursuivit par l'Office du Crédit Agricole est de faire des prêts à des agriculteurs de métiers dont l'agriculture est leur principale occupation et leur principal revenu. Ces prêts sont accordés à ceux qui en ont réellement besoin afin de les établir sur une ferme rentable où s'ils sont déjà établis, ces prêts doivent contribuer à améliorer la productivité de leur entreprise.

L'Office a comme objectif également de développer le patrimoine agricole. Via la loi de mise en valeur, il contribue également à améliorer la productivité des fermes en injectant des capitaux prioritairement s'il en a besoin sur le fonds de terre, en second lieu ces subventions iront sur les bâtiments toujours s'ils en ont besoin et par la suite les priorités dans l'ordre iront à l'achat de machinerie additionnel, l'achat d'animaux, de quota et en dernier lieu sur le paiement des intérêts. En procédant ainsi, cela démontre l'importance que l'Office attache à l'amélioration des sols.

LES UTILISATIONS DES DONNEES PEDOLOGIQUES DANS L'ANALYSE D'UNE DEMANDE

Les utilisations des données pédologiques peuvent être faites a différentes étapes lors de l'étude d'une demande d'emprunt par un conseiller en financement.

Tout d'abord, il y a une première rencontre, que l'on appelle l'entrevue où l'agriculteur vient soumettre son projet. Lors de cette rencontre, dans certains cas on a besoin d'utiliser les cartes et les données pédologiques afin de savoir dans des cas spécifiques si ce sol est bien adapté à cette culture particulière.

Ensuite, après que l'agriculteur a complété sa demande d'emprunt, le conseiller en financement prépare un plan cadastral de la propriété; à l'aide de la photo, il repère la ferme de notre agriculteur, il consulte la carte des sols et le rapport pédologique de la région afin de connaître à quelle série appartient la ferme de notre agriculteur. Cela nous permet spécialement de connaître le régime hydrique, le niveau de fertilité, les possibilités d'utilisation agricole et les aménagements requis. Egalement, le conseiller choisi des ventes comparables appartenant en autant que possible s'ils sont disponibles à la même série de sol que notre sujet.

Le conseiller visite la ferme et constate sur les lieux le type de sol et les améliorations déjà faites ou celles qui reste à faire. Il vérifie le genre de culture, évalue le rendement. Au bureau, il fait une évaluation de l'entreprise; il fait les ajustements quant au type de sol, le niveau de fertilité, le drainage souterrain etc... Egalement, il porte un jugement quant au rendement escompté à partir de 3 sources: Premièrement à partir des recommandations du rapport pédologique, deuxièmement, source à partir des résultats des dernières années d'opération du producteur et en troisième lieu, en visitant l'état des cultures lors de la visite.

LA VALEUR DES TERRES VERSUS LES DONNEES PEDOLOGIQUES

Comme on le sait certains types de sol donnent de meilleurs rendements et ils sont plus adaptés à certaines cultures comme par exemple l'argile St-Urbain avec la betterave sucrière, la série

Joseph pour la pomme de terre. Si vous avez de meilleurs rendements et des productions plus payantes, meilleur sera la capacité de remboursement. C'est un phénomène connu que les agriculteurs paient le prix des terres en fonction de leur capacité de remboursement et non pas nécessairement en terme par la série de sol typique du milieu; en d'autres termes, si un secteur du rang à un autre série de sol beaucoup moins bon, l'agriculteur paiera plus cher pour ce sol à cause du pouvoir d'achat du secteur, de la compétition, de la rareté et de la productivité de la série de sol prédominante du secteur.

En évaluation les prix sont déterminés par la rareté du bien, par le principe d'Homogénéité, par la capacité de payer, par l'utilisation la meilleure et la plus avantageuse.

Rareté: Le principe de l'offre et de la demande. Si, il y a peu d'offre et beaucoup de demande, les prix seront à la hausse.

Homogénéité: Un exemple: Dans un quartier de maison semblable ou homogène, le principe de remplacement s'applique, les maisons se vendent au coût de remplacement sans désuétude économique; par ailleurs, une maison identique a ce quartier située dans un quartier où les maisons sont beaucoup moins belles, cette maison aura une perte de valeur; en d'autres mots, une désuétude économique s'applique. Il en est ainsi pour une série de sol dans un rang qui ne représente pas le typique du rang.

CAPACITE DE PAYE

La capacité de payer est reliée à la productivité. Comme on l'a déjà mentionné, le prix des terres est également déterminé par la capacité de paiement.

L'utilisation la meilleure et la plus avantageuse.

On finira toujours par faire produire sur un sol ce qu'il y a de meilleur pour ce sol là. L'agriculteur adoptera pour son sol la production la plus payante.

LES COUTS D'ETABLISSEMENT VERSUS LES FACTEURS LIMITATIFS

Certains sols présentent des facteurs limitatifs assez importants tel qu'il faut du drainage souterrain enrobé; dans d'autres types de sol le drainage souterrain est très peu efficace dû à l'imperméabilité des sols; le ph du sol très bas peut être un facteur limitatif en regard de son coût pour le rendre adéquat; la présence d'affleurement rocheux versus les coûts prohibitifs pour faire de bons fossés; la pente abrupte où l'on ne peut pas utiliser ou très difficilement la machinerie agricole; la présence de cailloux à la surface versus le coût pour les enlever. Sujet à ce que ces facteur sont corrigeables et à quels coûts, cela peut avoir une incidence directe sur la valeur des terres.

LES FERMES COMPARABLES (SOLS SEMBLABLES); TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

1.- L'avènement du maïs-grain dans la région de St-Hyacinthe au début des années 60 avec de nouvelles variétés adaptées à la région a permis à des agriculteurs de délaisser des secteurs traditionnels tel que l'industrie laitière pour en faire leur principale activité. La culture du maïs-grain peut être cultivé sur de plus grande superficie; cela a donc créé une plus grande demande pour l'achat de terre additionnelle; ces achats étaient supportés par une capacité de payer. L'introduction de cette nouvelle culture a eu pour effet d'augmenter la valeur des terres.

2.- Certains types de sol sont mieux adaptés à des productions que d'autres sols. Par exemple l'argile St-Urbain dans la région de St-Hyacinthe était propice pour la production de la betterave sucrière.

La disparition de la raffinerie de sucre de St-Hilaire a affecté particulièrement la valeur de ces sols parce que la production typique sur ces sols étaient cette production. Et comme nous le savons tous, c'était une production plus payante que d'autres productions, la valeur en a été affectée.

3.- La venue du soya, supportée par des centres régionaux de micronisation ainsi que le développement de la production du blé panifiable; cela permettra de diversifier les productions; de nouveaux marchés seront créés: l'avènement de ces nouvelles productions contribuera à stabiliser la valeur du prix des terres; il est même fort possible que cela contribue à créer une poussée vers la hausse de la valeur du fonds de terre.

LA BANQUE DE TERRE; RECUPERATION DES SOLS ABANDONNES

Via notre loi sur la banque des terres arables, nous avons étudié certaines demandes de rachat de terres abandonnées. Il fut plus compliqué d'en déterminer la valeur puisque nous ne possèdions pas de comparables de sol identique à notre sujet. Il a fallu procéder non seulement par comparable, mais également en figurant l'approche du coût des améliorations à faire avec des ajustements quant à la qualité du sol; cette méthode utilisée a été appuyée par la méthode du revenu que nous avons utilisé également pour déterminer la valeur. En faisant une corrélation entre ces méthodes d'évaluation, nous avons pu déterminer la valeur la plus plausible.

CONCLUSION

Pour recommander un prêt agricole il faut 3 conditions:

- être agriculteur
- avoir des garanties
- avoir une capacité de remboursement

Pour connaître si nos garanties sont suffisantes, il faut évaluer la ferme.

Pour connaître si nous avons une capacité de remboursement, il faut estimer le revenu.

Nos cartes et nos données pédologiques sont utilisées pour savoir si la ferme que nous évaluons est du même type de sol par rapport aux comparables.

Le revenu estimé est basé par la productivité rencontrée de différents types de sol.

Nos données pédologiques nous sont donc d'une grande utilité pour mesurer avec plus de précision la valeur des fermes ainsi que le revenu.

POINT DE VUE DE L'AMENAGISTE DU TERRITOIRE

Conférence

présentée par

Maryse Vermette

Agent de planification
M.R.C. de Lajemmerais
Verchères

POINT DE VUE DE L'AMENAGISTE DU TERRITOIRE

INTRODUCTION

Avant de vous présenter mon point de vue en tant qu'aménagiste, sur l'interprétation agronomique des données pédologiques, j'aimerais vous présenter le contexte dans lequel j'ai eu à travailler avec celles-ci.

Etant à l'emploi d'une municipalité régionale de comté, j'ai eu à cheminer à travers les mécanismes de la loi 125. Afin de bien vous situer et de faciliter la compréhension de mon intervention, je vais tenter ici de vous en faire une brève description.

L'institution de la loi sur l'aménagement et l'urbanisme en 1979 amena la création de 95 municipalités régionales de comté sur le territoire québécois. Cette loi confie aux différentes MRC, la responsabilité d'élaborer et de mettre en application un schéma d'aménagement. Celui-ci constitue un instrument de planification qui établit les lignes directrices de l'organisation physique du territoire d'une MRC, ceci en coordonnant les choix et les décisions qui touchent l'ensemble des municipalités membres ainsi que le gouvernement.

Selon la loi 125, le schéma d'aménagement doit contenir une série d'éléments tous reliés les uns aux autres, c'est-à-dire des buts et des objectifs d'aménagement qui se traduisent par les grandes orientations de l'aménagement du territoire, des vocations à donner aux différentes parties du territoire et aux périmètres d'urbanisation, des éléments de contraintes ou d'intérêts particuliers représentant les zones où l'occupation du sol est soumise à des contraintes liées à la sécurité publique et des territoires présentant un intérêt d'ordre patrimonial, culturel ou écologique, des équipements et infrastructures à être implantés sur le territoire, un document complémentaire portant sur des normes minimales à être respectées par les règlements d'urbanisme municipaux ainsi qu'un document relatif aux coûts de certaines propositions (équipements et infrastructures). Un document précisant les modalités et les conclusions de la consultation publique effectuée pour la confection du schéma en complète son contenu.

Ces différents éléments de contenu sont définis à travers quatre étapes d'élaboration du schéma qui se sont étalées sur quatre ans: la Proposition Préliminaire d'Aménagement, la Proposition d'Aménagement, la Version Définitive et le Schéma d'Aménagement. La MRC de Lajemmerais a cheminé à travers toutes ces étapes et a adopté en décembre 1986, son schéma d'aménagement.

L'UTILISATION DES DONNEES PEDOLOGIQUES DANS LA CONFECTION ET LA MISE EN OEUVRE DU SCHEMA D'AMENAGEMENT

L'inventaire des éléments présents sur le territoire de la MRC de Lajemmerais, s'est avéré être la première étape de réalisation du schéma d'aménagement, aussi il était impératif de bien connaître les diverses particularités du territoire de la MRC.

Le relevé des types de sols a constitué l'un d'entre-eux. Réalisé par l'équipe de coordination de la MRC, cet inventaire portait principalement sur la qualification des sols en fonction de leur potentiel. A l'époque, les données disponibles pour notre territoire se résumaient aux données pédologiques de l'ARDA. Une étude complémentaire réalisée par une firme d'ingénieurs-conseils en agriculture s'est ensuite greffée à l'inventaire et nous a permis de mieux cerner la problématique du milieu agricole de la MRC.

C'est un peu plus tard, lors de la délimitation des périmètres d'urbanisation, que les études pédologiques d'Agriculture Canada nous ont été utiles. En effet, la délimitation de nouveaux périmètres définissant la future zone blanche (urbaine) devait respecter le mieux possible l'intégrité du milieu agricole de la MRC. Nous avons pu, grâce à la cartographie au 1:20 000 des comtés de Verchères et de Chambly (disponible à ce moment), analyser de façon plus complète les secteurs agricoles de la MRC et prescrire ainsi, des scénarios d'aménagement harmonisés avec le milieu agricole.

A titre d'exemple, la présence d'excellentes terres agricoles localisées dans des secteurs convoités pour le développement urbain est venu influencer de façon positive certaines décisions politiques.

Jusqu'à maintenant, deux (2) autres applications ont nécessité l'utilisation de données pédologiques: la préparation du dossier "Révision de la zone agricole de la MRC de Lajemmerais" présenté à la Commission de Protection du Territoire Agricole du Québec (CPTAQ) et la recherche de sites potentiels pour l'enfouissement sanitaire. Dans les deux cas, la consultation de la cartographie pédologique nous a permis d'appuyer nos études.

Dans le premier cas, nous avons justifié notre demande de révision à l'aide des différents points ayant influencés la délimitation des périmètres d'urbanisation dont évidemment, l'analyse des données pédologiques. Dans le deuxième cas, la précision des unités cartographiques nous a permis de mieux étudier différents sites potentiels à l'enfouissement sanitaire au niveau du drainage, de la pente, de la perméabilité du sol, etc...

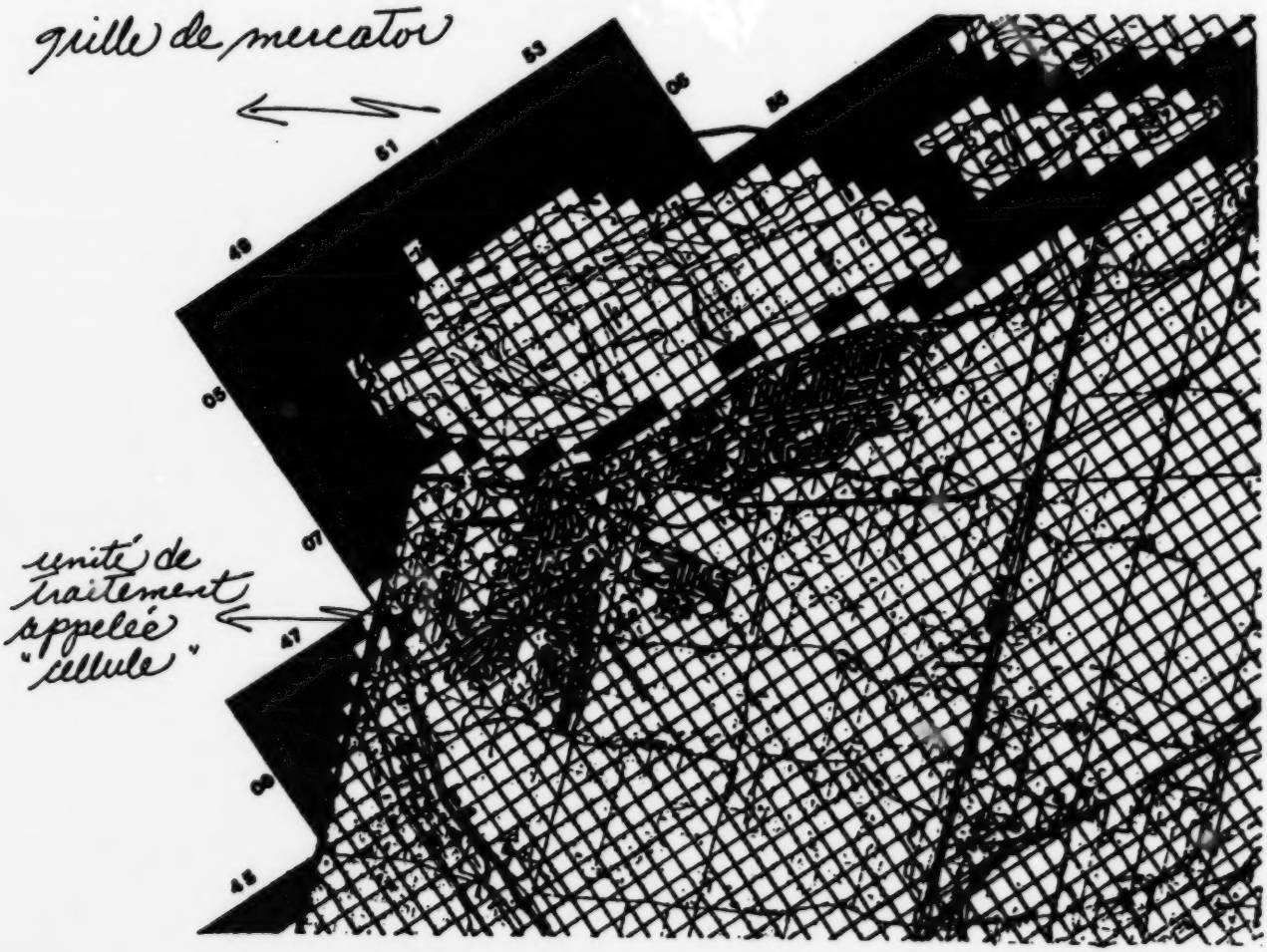
SYSTEME INFORMATISE DE PLANIFICATION A L'ECHELLE REGIONALE

Devant l'inexistence de méthodes informatiques d'aide à la prise de décision à l'échelle régionale, la MRC de Lajemmerais entreprit la création d'un modèle informatique adapté à ses besoins. Il s'agissait de concevoir un modèle de gestion d'informations relié à l'aménagement du territoire, nous permettant de déterminer l'utilisation optimale du territoire de la MRC en tenant compte de paramètres précis. En plus de constituer une source d'informations exceptionnelles, SIPER a aussi été conçu comme outil d'aide à la confection de la deuxième génération des schémas d'aménagement.

Pour rendre ce modèle opérationnel, il a fallu élaborer un système à référence spatial constituant notre base de travail pour la cueillette d'informations. A partir de la grille Mercator, nous avons divisé le territoire de la MRC en 7143 cellules (unité de traitement) couvrant chacune une superficie de 250m X 250m. Chaque cellule a été codifiée selon la grille Mercator. Une carte-index à l'échelle de 1:20 000 et 1:50 000 pouvant être superposée aux

documents cartographiques de la MRC, nous a permis de procéder à la cueillette des données.

CARTE-INDEX



Dans la conception du modèle informatique, il a fallu dresser la liste exhaustive des paramètres ayant une influence directe ou indirecte sur l'aménagement du territoire, soit les caractéristiques physiques, fauniques, touristiques et récréatives, l'utilisation du sol, les équipements et infrastructures et autres.

Ainsi, pour chaque cellule du territoire, nous avons recueilli sous forme de classes, les différentes caractéristiques qui ont été réunies sous le même fichier informatique appellé "INFO".

EXEMPLE DE CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Record#	variable	classe	infocol	infocla
1	ruisseau	absence	PH1	0
2		présence	PH1	1
3		proximité 0 à 100 m	PH1	2
4		proximité 100 à 200 m	PH1	3
5		proximité 200 à 400 m	PH1	4
6		proximité 400 à 800 m	PH1	5
7				
8	rivière	absence	PH2	0
9		présence	PH2	1
10		proximité 0 à 100 m	PH2	2
11		proximité 100 à 200 m	PH2	3
12		proximité 200 à 400 m	PH2	4
13		proximité 400 à 800 m	PH2	5
14				
15	fleuve	absence	PH3	0
16		présence	PH3	1
17		proximité 0 à 100 m	PH3	2
18		proximité 100 à 200 m	PH3	3
19		proximité 200 à 400 m	PH3	4
20		proximité 400 à 800 m	PH3	5
21				
22	lac	absence	PH4	0
23		présence	PH4	1
24		proximité 0 à 100 m	PH4	2
25		proximité 100 à 200 m	PH4	3
26		proximité 200 à 400 m	PH4	4
27		proximité 400 à 800 m	PH4	5
28				

Par la suite, nous avons dressé la liste de toutes les affectations du sol possibles, ainsi que les équipements et infrastructures pouvant être planifiés sur le territoire de la MRC et nous les avons mis en relation avec l'ensemble des caractéristiques contenues dans le fichier Info. La relation qualifiée répulsive ou attractive des caractéristiques sur les affectations et l'impact (positif ou négatif) de ces dernières sur les caractéristiques ont été établis à partir de normes et de règlementations gouvernementales. Les relations et les impacts ont été quantifiés puis pondérés. La pondération a fait l'objet de consultations auprès de spécialistes du secteur privé ou public et para-public dans les différents domaines abordés. Les résultats de la pondération ont été entrés dans le fichier informatique "POIDS".

A l'aide d'un programme, il a été possible de calculer à partir des informations contenues dans les fichiers Info et Poids, l'affectation du sol optimale de chaque cellule du territoire.

FICHIER INFO

Records	cellule	ph1	ph2	ph3	ph4	ph5	ph6	ph7	ph8	ph9	pg1	pg2	pg3	pg4	pg5	pg6	pf1	pf2	pf3	pf4	pf5	pf6
1	4313B04	3	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	3	8	5	0	0	0	0	0	1
2	4313A01	1	0	0	0	2	3	0	2	0	2	2	0	3	8	5	0	0	0	0	0	1
3	4313A02	3	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	3	8	5	0	0	0	0	0	1
4	4313A03	5	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	3	8	5	0	0	0	0	0	1
5	4313A05	1	0	0	0	2	3	0	2	0	2	2	0	3	8	5	0	0	0	0	0	1
6	4313A06	3	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	3	8	5	0	0	0	0	0	1
7	4313A07	5	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	3	8	5	0	0	0	0	0	1
8	4313A10	4	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	3	8	5	0	0	0	0	0	1
9	4313A11	5	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	3	4	5	0	0	0	0	0	1
10	4511A01	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	3	4	4	0	0	0	0	0	2
11	4511A02	5	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	3	4	4	0	0	0	0	0	2
12	4511A03	5	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	3	4	5	0	0	0	0	0	2
13	4511A04	4	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	3	4	5	0	0	0	0	0	2
14	4511A06	5	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	3	4	4	0	0	0	0	0	2
15	4511A07	4	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	3	4	5	0	0	0	0	0	2
16	4511A08	2	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	3	4	5	1	2	0	0	5	2
17	4511A11	3	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	4	4	5	1	2	0	0	5	2
18	4511A12	1	0	0	0	2	3	0	2	0	4	2	0	4	4	5	0	0	0	0	0	2
19	4511A15	3	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	4	4	5	0	0	0	0	0	2
20	4511A16	1	0	0	0	2	3	0	2	0	4	2	0	4	4	5	0	0	0	0	0	2
21	4511B01	1	0	0	0	2	3	0	2	0	4	2	0	3	4	5	0	0	0	0	0	2
22	4511B02	1	0	0	0	2	3	0	2	0	4	2	0	3	4	5	1	2	0	0	5	2
23	4511B03	3	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	2	9	5	0	0	0	0	0	1
24	4511B04	4	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	3	9	5	0	0	0	0	0	1
25	4511B05	1	0	0	0	2	3	0	2	0	4	2	0	2	4	5	1	2	0	0	3	2
26	4511B06	2	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	3	4	5	1	2	0	0	3	2
27	4511B07	4	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	2	9	5	0	0	0	0	0	1
28	4511B08	5	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	3	9	5	0	0	0	0	0	1
29	4511B09	1	0	0	0	2	3	0	2	0	4	2	0	2	4	5	1	2	0	0	5	2
30	4511B10	3	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	3	9	5	0	0	0	0	0	1
31	4511B13	2	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	2	4	5	0	0	0	0	0	1
32	4511B14	4	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	2	9	5	0	0	0	0	0	1
33	4511C04	1	0	0	0	2	3	0	2	0	4	2	0	3	4	5	1	3	0	0	3	1
34	4511D01	3	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	3	4	5	0	0	0	0	0	1

FICHIER POIDS

	VARIABLE	INFOCEL	INFOCLA	AFU	AILE	AILO	ACR	AR1	ARE	APC	AAB
1	ruisseau	PH1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2		PH1	1	50.00	0.00	-325.00	0.00	150.00	250.00	175.00	300.00
3		PH1	2	33.30	0.00	-260.00	0.00	112.50	187.50	131.25	240.00
4		PH1	3	16.70	0.00	-195.00	0.00	75.00	125.00	87.50	180.00
5		PH1	4	0.00	0.00	-130.00	0.00	37.50	62.50	43.75	120.00
6		PH1	5	0.00	0.00	-65.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00
7				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	rivière	PH2	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9		PH2	1	125.00	0.00	75.00	0.00	350.00	350.00	200.00	300.00
10		PH2	2	93.75	0.00	60.00	0.00	262.50	262.50	150.00	240.00
11		PH2	3	62.50	0.00	45.00	0.00	175.00	175.00	100.00	180.00
12		PH2	4	31.25	0.00	30.00	0.00	87.50	87.50	50.00	120.00
13		PH2	5	0.00	0.00	-60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00
14				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	fleuve	PH3	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16		PH3	1	125.00	0.00	150.00	0.00	350.00	350.00	200.00	300.00
17		PH3	2	100.00	0.00	120.00	0.00	262.50	262.50	150.00	240.00
18		PH3	3	75.00	0.00	90.00	0.00	175.00	175.00	100.00	180.00
19		PH3	4	50.00	0.00	60.00	0.00	87.50	87.50	50.00	120.00
20		PH3	5	25.00	0.00	-60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00
21				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	lac	PH4	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23		PH4	1	175.00	0.00	-325.00	0.00	450.00	350.00	200.00	225.00
24		PH4	2	140.00	0.00	-260.00	0.00	337.75	262.50	150.00	180.00
25		PH4	3	105.00	0.00	-195.00	0.00	225.00	175.00	100.00	135.00
26		PH4	4	70.00	0.00	-130.00	0.00	112.50	87.50	50.00	90.00
27		PH4	5	35.00	0.00	-65.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.00
28				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	bassin versant	PH5	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30		PH5	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	qualité de l'eau	PH6	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33		PH6	1	-25.00	0.00	0.00	0.00	-300.00	-75.00	-50.00	0.00
34		PH6	2	75.00	-25.00	-100.00	0.00	500.00	225.00	125.00	0.00

Grâce au programme SIPER, l'utilisateur du logiciel a directement accès aux informations à l'aide d'un menu de sélection permettant le choix de plusieurs résultats.

MENU

<A> Affectation optimale par cellule
<B> Affectations possibles par cellule
<C> Emplacements possibles d'une affectation
<D> Emplacements possibles d'un équipement/infrastructure
<E> Recherche de cellules par information(s) donnée(s)
<F> Recherche d'informations par cellule
<G> Sortie du SIPER

SIPER constitue donc pour la MRC un outil de gestion exceptionnel puisqu'il regroupe une série d'informations et peut réduire de façon considérable, la recherche et l'analyse de différents dossiers reliés à l'aménagement et au développement du territoire.

L'UTILISATION DES DONNEES PEDOLOGIQUES DANS L'ELABORATION DU PROGRAMME SIPER

La conception du logiciel SIPER a nécessité l'utilisation des données pédologiques d'Agriculture Canada. Celles-ci furent, en effet, très utiles dans le choix de nos paramètres concernant les caractéristiques physiques.

Pour nous, l'analyse des caractères physiques s'avère fondamentale dans la délimitation des affectations du sol et dans l'implantation d'équipements et d'infrastructures. Vingt et une (21) caractéristiques physiques ont été intégrées au système et trois (3) d'entre-elles sont issues de l'analyse des données pédologiques réalisée par l'équipe pédologique d'Agriculture Canada. Il s'agit des données relatives à la pente, au drainage et à la géologie des dépôts meubles.

Pour la pente, nous avons relevé la classe indiquée de chaque unité cartographique, c'est-à-dire:

88	pente	25% et plus	PG6	1
89		15 à 25%	PG6	2
90		8 à 15%	PG6	3
91		3 à 8%	PG6	4
92		0 à 3%	PG6	5
93		complexe de sol	PG6	6
94		absence d'information	PG6	7

En ce qui concerne le drainage, qui fut traité différemment dans les deux études de référence avec lesquelles nous avons travaillé (comtés de Verchères et de Chambly), en effectuant des recherches auprès de M. Luc Lamontagne, nous avons relevé nos informations selon le classement suivant:

56	drainage	très mal	PG2	1
57		mal	PG2	2
58		modérément bien	PG2	3
59		bien	PG2	4
60		excessivement bien	PG2	5
61		complexe de sol	PG2	6
62		absence d'information	PG2	7
63				

Il est important de mentionner que les classes apparaissent dans chaque unité cartographique mais en des termes un peu différents.

Le classement relatif à la géologie des dépôts meubles est issu du tableau sur les données planimétriques décrivant les unités cartographiques du comté de Verchères groupées selon la texture du matériau et le type d'unité. (conféré page 39 du rapport No.2, Etude pédologique du comté de Verchères, volume 1, 1987).

Dans un premier temps, nous avons considéré pour la nature des sols, la classe texturale de la couche de surface. Cinq (5) classes de texture ont été relevées à même le symbole de l'unité cartographique:

CLASSE	TEXTURE
1	Sable grossier à sable fin loameux
2	Loam sableux grossier à sable très fin loameux
3	Loam sableux très fin à loam limoneux
4	Loam sablo-argileux à loam limono-argileux
5	Argile sableuse à argile limoneuse

Dans un deuxième temps, nous avons considéré le classement textural du matériau parental (2e et 3e couche) regroupé ainsi:

CLASSE	TEXTURE
1	Sols minéraux argileux
2	Sols minéraux loameux
3	Sols minéraux sableux
4	Sols organiques

Le classement de la caractéristique "Potentiel des sols" aurait pu provenir de l'analyse des données pédologiques. Toutefois, cette analyse aurait nécessité le regroupement d'unités cartographiques.

La classification des sols selon leurs aptitudes à la production agricole de l'ARDA avait déjà considéré ce regroupement et l'utilisation de ces données convenait plus à l'échéancier fixé par notre groupe de recherches.

LES SYSTEMES D'INTERPRETATION SOUHAITES

Il est évident qu'une analyse plus approfondie des études pédologiques d'Agriculture Canada, nous aurait fourni d'autres éléments pour le choix des caractéristiques physiques du logiciel SIPER. Toutefois, il est important de souligner qu'une analyse effectuée dans un dessein de planification et d'aménagement du territoire repose surtout sur la notion de synthèse.

Contrairement à la plupart des gens présents aujourd'hui, nous à la MRC, ne recherchons pas à obtenir les informations les plus précises, les plus conformes à la réalité sur un plan spatial mais plutôt nous cherchons à avoir un bon aperçu d'un ensemble, d'une région donnée.

Ainsi les systèmes d'interprétation agronomiques "souhaitables" pour la MRC, vont selon nous, un peu à l'encontre des études réalisées actuellement. L'atteinte d'un degré de précision s'avère très pertinent pour plusieurs sauf pour les planificateurs, les aménagistes. Les unités cartographiques définies couvrent des superficies très limitées et leur analyse nous à amener à tenter, tant bien que mal, à faire des regroupements qui, quelquefois, se sont peut-être avérés faux.

L'exemple concernant la caractéristique "géologie des dépôts meubles" pour le logiciel SIPER résume bien cette situation. En effet, après plusieurs tentatives de regroupement, il a été possible grâce à un tableau synthèse, d'obtenir des informations condensées caractérisant plusieurs unités cartographiques. C'est donc ce type de tableau qui répond le mieux à nos besoins et qui facilite de beaucoup, la confection de nos différents dossiers et études.

Il faut cependant souligner, un élément très positif issu des études pédologiques, soit l'utilisation de l'échelle 1:20 000 qui nous a permis de superposer les unités cartographiques sur les fonds de plan de base de la MRC. L'échelle de travail correspond entièrement à nos besoins, le traitement des informations y est toutefois trop précis.

De plus, il faut aussi admettre que, dans certains cas, la précision des études pédologiques nous a été utile dans l'analyse de situations très ponctuelles (enfouissement sanitaire).

CONCLUSION

En guise de conclusion, tout ce que nous pourrions humblement souhaiter, concernant l'interprétation agronomique des données pédologiques, c'est que vous réserviez un peu d'espace, à la toute fin de vos études pour insérer quelques tableaux de synthèse présentant des regroupements d'unités cartographiques et cela, en fonction de leurs principales caractéristiques. Cet exercice, permettez-moi de vous le confirmer, faciliterait grandement notre existence. Merci!

Maryse Vermette
Agent de planification
M.R.C. de Lajemmerais